

Melhoria da logística interna com recurso a comboios logísticos na indústria de aglomerados de cortiça

Maria Isabel Braga da Costa dos Santos Monteiro

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2018-01-22

Aos meus pais e irmãos

Resumo

Na atualidade, as organizações procuram a excelência, centrando-se não só nos resultados como também em processos sustentáveis suportados por uma gestão eficiente que permita eliminar desperdícios e, conseqüentemente, reduzir os custos e aumentar a produtividade.

Desde a criação da Amorim *Cork Composites* que a movimentação de cargas funciona segundo a ótica de uma fábrica “tradicional”, pela utilização dos empilhadores. A inexistência de normalização do método logístico, derivado da inexistência de rotas e de tempos definidos de abastecimento e de operadores dedicados às tarefas logísticas em alguns setores são fonte de variabilidade e de inúmeros desperdícios.

A Amorim *Cork Composites* é uma fábrica de produção de compostos e aglomerados de cortiça. Esta unidade fabril detém variados processos produtivos e ao longo dos anos, a agregação de outras atividades do grupo Amorim reduziu espaços e aumentou os fluxos de material. A logística interna é realizada por operadores logísticos apenas em alguns dos setores, o que implica a saída de operadores das máquinas e, conseqüentemente, perdas de disponibilidade. A falta de normalização nos movimentos logísticos gera variabilidade ao nível da produção e, simultaneamente, eleva o rácio de desperdício face ao valor acrescentado em atividades essenciais como a logística interna. No entanto, verificam-se padrões de abastecimento que sugeriram a implementação de comboios logísticos, estando a decorrer um projeto, no âmbito do qual se desenvolveu o trabalho que constitui esta dissertação. Neste trabalho, desenvolveram-se dois projetos de comboios logísticos, um dos quais em continuidade de um já iniciado, e outro desenvolvido de raiz.

O objetivo é normalizar o transporte de produtos entre as linhas de produção e o armazém de produto acabado. Para atingir os objetivos do processo foi estudada a situação atual do fluxo logístico com a colaboração dos responsáveis de cada estação produtiva. Fez-se um mapeamento do histórico de produção, tempos de transporte e principais dificuldades para a integração de um circuito normalizado.

A introdução do *mizusumashi* na fábrica pretende redefinir o paradigma existente, alterando o transporte unidade a unidade para um transporte centralizado, permitindo reduzir recursos tanto humanos como físicos, reduzir a variabilidade e desperdícios de tempo, esforço e material.

Abstract

Nowadays, organizations are looking for excellence, focusing not only on results but also on sustainable processes supported by efficient management in order to eliminate waste and thereby reduce costs and increase productivity.

Since the foundation of *Amorim Cork Composites*, the handling of cargo is made possible by what was, in times, related to the view of a "traditional" factory, using forklifts. The lack of standardization of the logistic method, due to the lack of routes, defined times and the lack of logistic operators in some sectors are a source of variability and countless waste.

Amorim Cork Composites produces compound agglomerated cork. This manufacturing unit has some production processes and, over the years, the aggregation of other activities of the Amorim group has reduced spaces and increased materials' flow. Internal logistics are carried out by logistics operators only in some of the sectors, which implies the exit of operators from the machines and, consequently, availability losses. The lack of standardization in logistic movements generates variability at the level of production and, simultaneously, raises the ratio of waste to added value in essential activities such as internal logistics.

However, there are supply patterns that suggest the implementation of logistics trains, in this work, two logistic train projects were developed, one of which was in continuity with one already in progress, and another created from scratch.

The goal is to normalize the product transportation between production lines and the storage of the finished product itself. To achieve all of the process objectives, the current state of the logistic flow in collaboration with those responsible of each production station was studied. A mapping of the production history, transportation timings and main difficulties for the integration of a standard circuit was made

The introduction of *mizusumashi* in the factory aims to redefine the existing paradigm by shifting transportation from unit to unit for centralized transportation, reducing both human and physical resources, reducing variability and waste of time, effort and material.

Agradecimentos

Neste momento importante da minha formação, quero agradecer a todos aqueles que me acompanharam nos últimos anos e a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento do projeto que agora apresento.

Um especial agradecimento ao Professor Paulo Osswald, pela disponibilidade, rigor e exigência que promoveu ao longo de todo este percurso, nem sempre fácil.

Ao engenheiro João Reis, orientador na empresa, por ter partilhado comigo a sua experiência e conhecimento e pela oportunidade de me dar a conhecer a dinâmica da *Amorim Cork Composites*.

À *Amorim Cork Composites* um agradecimento pela possibilidade que me deu de vivenciar o ambiente empresarial e de desenvolver este projeto.

Um agradecimento muito especial a toda a equipa da *Amorim Cork Composites* pela forma como fui recebida e apoiada.

Aos restantes estagiários que me acompanharam nesta aventura por terras da Feira, um obrigado pela companhia, boa disposição e partilha de experiências.

A todos os meus amigos que, mesmo na distância, conseguem arranjar formas de me fazer sentir acompanhada.

Finalmente, aos meus pais e irmãos, Inês e Manel, o apoio que sempre me deram.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e Objetivos do Projeto.....	1
1.2	Grupo Amorim.....	2
1.3	Amorim Cork Composites	3
1.4	Metodologia seguida no projeto	3
1.5	Estrutura da Dissertação	3
2	Enquadramento Teórico.....	4
2.1	Do Toyota Production System ao Lean Manufacturing	4
2.2	Princípios Lean	5
2.3	Os 3 M's.....	7
2.3.1	Muda.....	8
2.3.2	Mura.....	9
2.3.3	Muri.....	9
2.4	Kaizen	10
2.5	Logística Interna.....	10
2.5.1	Bordo de linha.....	11
2.5.2	Supermercado de abastecimento	11
2.5.3	Mizusumashi.....	13
2.6	O sistema Kanban.....	15
2.7	Outras ferramentas Lean	15
2.7.1	Normalização do trabalho ou Standard Work	15
2.7.2	Gestão Visual	16
3	Caracterização da situação inicial.....	17
3.1	Processo produtivo	17
3.2	Layout da Fábrica	19
3.3	Armazenagem e Transporte de materiais	22
3.4	Fluxo de informação.....	23
3.5	Fluxo de materiais.....	24
3.6	Análise dos fluxos logísticos	26
3.7	Análise crítica	27
3.8	Comboio Logístico	28
3.8.1	Projeto - Primeiro comboio logístico	28
3.8.2	Projeto - Segundo comboio logístico	31
4	Apresentação dos contributos para os projetos.....	32
4.1	Projeto Primeiro Mizusumashi.....	32
4.1.1	Redefinição da rota.....	32
4.1.2	Fluxo de Informação	36
4.1.3	Método operativo	38
4.1.4	Linha de embalagem de memoboards.....	39
4.1.5	Gestão visual	39
4.1.6	Indicadores de Desempenho	40
4.2	Projeto Segundo Mizusumashi.....	41
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	46
	Referências	47
	ANEXO A: Análise ABC do consumo dos diferentes tipos de paletes.....	48
	ANEXO B: Levantamento de dados obtidos pelo registo das movimentações de empilhadores.....	49
	ANEXO C: Diagrama Spaghetti do levantamento de dados do fluxo logístico	54
	ANEXO D: Ficha de atividade de registo do <i>mizusumashi</i>	55

ANEXO E:	Fluxo de cartão	56
----------	-----------------------	----

Siglas

ACC – Amorim *Cork Composites*

AMP – Armazém de matéria-prima não cortiça

APA – Armazém de produto acabado

FIFO – *First In-First Out*

I&D – Inovação e Desenvolvimento

JIT – *Just-in-time*

KPI – *Key Performance indicators*

TPS – *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

Índice de Figuras

Figura 1 – Organigrama da Corticeira Amorim e contextualização da Amorim <i>Cork Composites</i> , S.A.	2
Figura 2 – A Casa do <i>Toyota Production System House</i> (adaptado de Liker, 2004)	5
Figura 3 – Aplicação do princípio <i>Lean</i> da cadeia de valor (adaptado de Womack e Jones, 2005).	6
Figura 4 – Esquematização do sistema de produção <i>Pull</i> (adaptado de Womack e Jones, 2005).	6
Figura 5 – Os 3 M's: Muda, Mura e Muri (adaptado de Pinto, 2014)	8
Figura 6 – Curva de Pareto.....	13
Figura 7 – Comparação entre a utilização de um empilhador e de um comboio logístico (Coimbra, 2013)	13
Figura 8 – Exemplo de uma folha de normalização da rota do <i>mizusumashi</i> (adaptado de Coimbra, 2013, pág. 135).	14
Figura 9 – Fluxograma do processo industrial	18
Figura 10 – Layout da fábrica com sinalização das áreas produtivas	19
Figura 11 – <i>Layout</i> da fábrica com sinalização dos locais destinados ao armazenamento dos materiais e produtos.....	21
Figura 12 – Tipos de embalagens presentes na fábrica ordenado por contentor metálico, cesto de plástico e <i>big bags</i>	23
Figura 13 – <i>Swimlane</i> do processo de abastecimento de materiais provenientes do AMP	25
Figura 14 – Diagrama spaghetti das rotas frequentemente percorridas pelo operador logístico que recolhe o produto acabado	25
Figura 15 – Obstrução de um local de passagem de empilhadores dentro (esquerda) e à entrada (direita) num dos setores.....	26
Figura 16 – Tempos de viagem verificadas associadas a destino	27
Figura 17 – Representação da rota planeada inicialmente para o comboio logístico.....	29
Figura 18 – Representação do carro “c” (esquerda) e carro de bordo de linha (direita)	30
Figura 19 – Vista superior do sistema de transbordo das linhas para o carro de bordo de linha	30
Figura 20 – Rota redefinida do <i>mizusumashi</i> – Turno diurno.....	33
Figura 21 – Rota definida para o <i>mizusumashi</i> - Turno noturno.....	35
Figura 22 – Exemplo de <i>kanban</i> de requisição	36
Figura 23 – <i>Swimlane</i> do processo de abastecimento por cartão <i>kanban de material do AMP</i>	37
Figura 24 – Linha de embalagem de <i>memoboards</i>	39
Figura 25 – Quadro follow-up colocado na última estação da rota.....	39
Figura 26 – Fluxograma do processo desde a desmoldagem até ao armazenamento dos blocos.	41
Figura 27 – Rota definida para o <i>mizusumashi</i>	43

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre produção convencional e produção <i>Lean</i> (adaptado de Womack e Jones., 2003)	7
Tabela 2 – Análise ABC ao volume de paletes consumidas por tipos e normas.....	23
Tabela 3 – Efeitos e causas.....	28
Tabela 4 – Output das linhas afetas à lista de tarefas atribuídas ao <i>mizusumashi</i>	33
Tabela 5 – Valores para definição do tempo de ciclo do circuito – Turno diurno	34
Tabela 6 – Método Operativo do <i>mizusumashi</i>	38
Tabela 7 – Tempo de movimentação em algumas das tarefas atribuídas ao <i>mizusumashi</i>	42
Tabela 8 – Unidade de carga a utilizar consoante o destino da carga	44
Tabela 9 – Redução percentual do tempo global de movimentação dos empilhadores pela atribuição de tarefas ao <i>mizusumashi</i>	45
Tabela 10 – Redução do tempo de movimentação pela atribuição de tarefas ao <i>mizusumashi</i> por tipo de operador.....	45

1 Introdução

No âmbito da unidade curricular de Dissertação em ambiente empresarial do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), o presente projeto foi desenvolvido na unidade industrial Amorim *Cork Composites*, pertencente ao Grupo Amorim.

1.1 Enquadramento e Objetivos do Projeto

Ao longo dos últimos anos, a Amorim *Cork Composites* (ACC) tem absorvido atividades do Grupo Amorim, conduzindo a um aumento inevitável dos fluxos da logística interna. Este aumento de processos, quantidades e movimentações de material no espaço fabril provocaram um desequilíbrio no sistema de logística interna, o que origina uma diminuição na produtividade dos processos que realmente acrescentam valor. Como resposta, a ACC encontra-se a desenvolver diversos projetos que procuram aplicar princípios *Lean* na produção. Paralelamente, a organização tem promovido a cultura *Kaizen* ou de melhoria contínua.

No seguimento desse esforço, surge o problema proposto para o desenvolvimento deste projeto de melhoria da logística interna, no qual a empresa pretende reformular o seu sistema de fluxo de materiais e movimentações. Primeiramente, pretende implementar um comboio logístico ou *mizusumashi*. E, numa segunda fase, criar rotas normalizadas nos locais onde for necessário manter a presença do empilhador. Desta forma, o propósito da dissertação está na implementação de comboios logísticos no sentido de normalizar os métodos logísticos.

Este modelo de abastecimento por comboios logísticos irá permitir aproximar a produção ao sistema *just-in-time*, trazendo a uniformização e flexibilidade necessárias para responder rapidamente às variações de produção de referências de encomenda.

A presente dissertação foca-se, por isso, em dois projetos, um dos quais já iniciado pela empresa, mas remetendo ambos para a integração de comboios logísticos na unidade. Relativamente ao projeto já iniciado – primeiro *mizusumashi* –, a ACC aguarda a entrega dos protótipos por parte do fornecedor, existindo o desenho e dimensionamento do comboio logístico. No seguimento do que está projetado, completou-se o projeto de forma a:

- Redefinir a rota e normalizar as tarefas do comboio logístico;
- Suportar a implementação do primeiro *mizusumashi* com implementação de ferramentas de monitorização e controlo;
- Desenvolver KPI's para monitorização da performance do primeiro *mizusumashi*.

O segundo projeto insere-se na proposta realizada pela empresa para o planeamento de um segundo comboio logístico.

1.2 Grupo Amorim

O Grupo Amorim surge como uma empresa familiar em 1870 sendo, atualmente, uma empresa portuguesa de referência a nível nacional e internacional. Começando a sua atividade com a produção de rolhas para o mercado vinícola, o seu crescimento sustentado tem proporcionado um alargamento das áreas de negócio em que atua, além da cortiça, como a das telecomunicações e o turismo.

Apesar das diferentes áreas de negócio, o *core business* do grupo continua a ser a cortiça - as propriedades que incorpora são únicas. A sua compressibilidade e propriedades térmicas são responsáveis pelo reconhecimento das inúmeras vantagens da sua aplicação em selagem, isolamento térmico e acústico. Esta versatilidade permite à empresa diversificar a oferta de produto acabado para diferentes aplicações como a indústria aeronáutica ou a construção. Atingindo um volume de negócios em 2016 de 605 milhões de euros, o grupo exporta cerca de 96% do que produz para clientes em 82 países. Paralelamente ao seu crescimento, investe continuamente em inovação e desenvolvimento (I&D) de novos produtos e processos produtivos.

Os valores do grupo consistem, por isso, numa gestão empresarial ambiciosa, criativa, inovadora e rigorosa. Os objetivos traçados são atingidos de forma sustentada e consistente, comprovados pela qualidade dos produtos que comercializam e dos serviços que prestam. Tendo como principal matéria-prima um produto de origem natural – a cortiça – a empresa promove a economia verde e a sustentabilidade.

O Grupo possui um *portfólio* de produtos de cortiça que se divide em 5 unidades de negócio: Matérias-Primas, Rolhas, Revestimentos, Aglomerados Compósitos e Isolamentos.

A Figura 1 permite distinguir as diferentes unidades e contextualiza a área na qual incidiu o estudo da dissertação, Amorim *Cork Composites*.

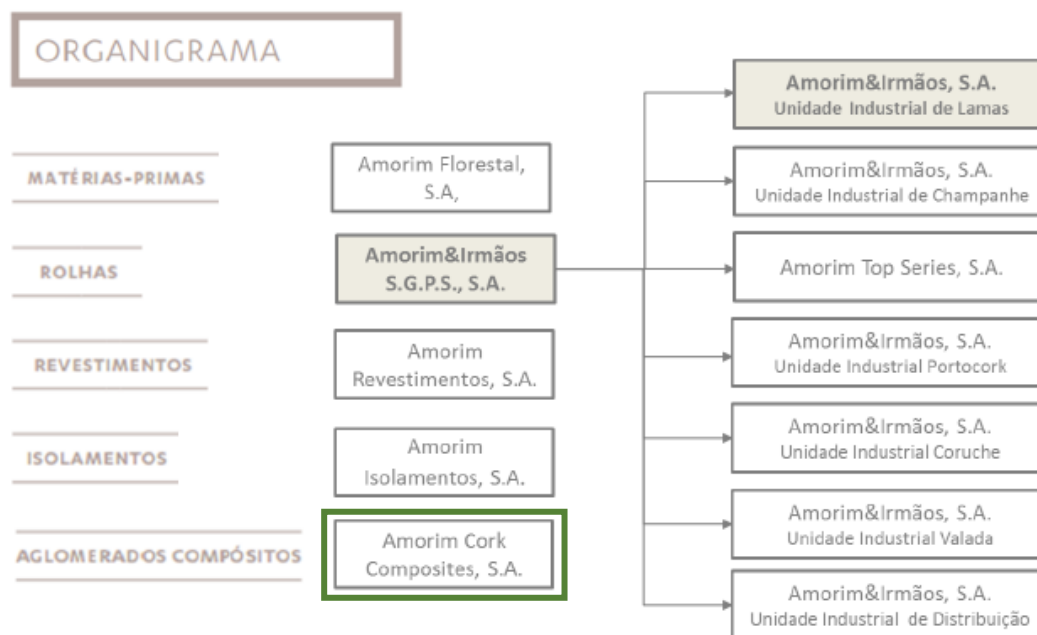


Figura 1 – Organograma da Corticeira Amorim e contextualização da Amorim *Cork Composites*, S.A.

Do ponto de vista económico a unidade de negócio de rolhas, com 57%, tem o maior peso percentual nas vendas globais da empresa, seguindo-se os revestimentos com 27%.

1.3 Amorim Cork Composites

A Amorim *Cork Composites* (ACC), criada em 2008, resulta da junção da Corticeira Amorim Indústria e da Amorim Industrial *Solutions*. A sua atividade teve início com a transformação de desperdícios das rolhas em granulados, reaproveitando matéria-prima. Os processos da empresa pretendem, por isso, acrescentar valor a resíduos que à partida não iriam ser utilizados.

Seguindo a estratégia de I&D, em 1973, a ACC apostou na produção de cortiça com borracha, *Cork Rubber Materials*. Esta unidade fabrica produtos aglomerados de compósitos, reutilizando resíduos de borracha, como pneus. É nesta constante inovação que a Amorim *Cork Composites* é líder mundial no mercado em que atua, desenvolvendo aplicações e produtos de cortiça de *performance* superior e de elevado valor acrescentado.

1.4 Metodologia seguida no projeto

O plano de acolhimento e integração na Amorim *Cork Composites* permitiu conhecer a estrutura da empresa, as necessidades atuais da indústria da cortiça, assim como obter uma visão geral da fábrica, nomeadamente, conhecer os produtos e perceber os processos produtivos. Foram, também, observados os diferentes setores com o objetivo de perceber o fluxo de informação e material.

Posteriormente, foi feito o ponto da situação relativamente aos objetivos e estágio de desenvolvimento em que se encontrava o projeto do primeiro comboio logístico, por forma a definir os contributos deste trabalho para esse projeto.

Foram utilizadas ferramentas de mapeamento de fluxos para a definição de padrões das movimentações dos empilhadores de 6 áreas tendo em conta a origem, destino e as quantidades transportadas. Concluído esse levantamento foi realizado um tratamento exaustivo aos dados. Para o tratamento dos dados foi utilizada como ferramenta o *Software Autocad* para obter distâncias reais do *layout*.

1.5 Estrutura da Dissertação

A estrutura da dissertação é segmentada em cinco capítulos.

No primeiro capítulo faz-se um breve enquadramento do projeto e dos principais tópicos que conduziram à análise desenvolvida na dissertação e os seus objetivos. Introduz-se, também, o ambiente de estudo, a Amorim *Cork Composites*, empresa que proporcionou o seu desenvolvimento.

No segundo capítulo são revistos os conceitos e ferramentas que sustentam a análise desenvolvida e que permitiram a realização do projeto.

O terceiro capítulo diz respeito à apresentação detalhada da situação inicial, onde são brevemente expostos o processo produtivo do caso em estudo, a esquematização do fluxo de materiais e informação que ocorre no espaço fabril, análise do levantamento de dados e fase do projeto em que se encontrava o comboio logístico aquando do início desta análise.

O quarto capítulo encontra-se subdividido nos dois projetos de atuação anteriormente apresentados, sendo o segundo associado ao planeamento e desenho de outro comboio logístico de raiz.

No quinto e último capítulo são expostas as conclusões, bem como, algumas propostas de trabalhos futuros e continuidade dos projetos.

2 Enquadramento Teórico

Como principais pontos de revisão de conceitos para suporte das questões a desenvolver nesta dissertação serão abordados tópicos como o porquê e fundamentos do *Lean Manufacturing* e os princípios para a sua aplicabilidade, os 3 M's e os sete principais tipos de desperdício, o fluxo de logística interna e ferramentas de gestão *Lean* como o sistema *Kanban*.

2.1 Do Toyota Production System ao Lean Manufacturing

Dadas as transformações económicas e tecnológicas, os métodos de produção alteraram-se. Os sistemas de controlo e planeamento de produção convencionais foram ficando desajustados às exigências do mercado que procura qualidade e custo mínimo. Baseados na produção em massa ou *Push*, estes sistemas gerem-se por estimativas de produção num horizonte temporal longo e adverso a alterações. Esta forma de produção resulta em excessos de *stock* que surgem pelo não cumprimento das expectativas de venda do produto e numa tentativa de suprimir possíveis contrariedades na produção – é preferível produzir mais para compensar possíveis defeitos (Tomino et al, 2009).

Perante este excesso de *stock* e uma fase crítica na *Toyota Motor Company*, o *Toyota Production System* (TPS) surge na década de 1950 sob orientação de Taiichi Ohno¹ no Japão (Melton, 2005). Considerado um sistema disruptivo para as práticas de produção tradicionais, este novo sistema da empresa contrariava a produção do tipo *Push* e excessiva da época, produzindo lotes pequenos e em função das reais necessidades da produção ajustadas à procura. Paralelamente a esta produção nivelada com o mercado, o mesmo promove a existência de um fluxo contínuo da matéria-prima ao produto final de uma forma equilibrada e sequencial.

Os dois principais conceitos para a aplicação do sistema TPS são o sistema *Just-in-time* (JIT) e *Jidoka* ou automação². O sistema coloca a qualidade, produtividade e custo como uma prioridade, valorizando recursos humanos e tecnológicos. A casa da Toyota – *House of TPS* –, esquematizada na Figura 2, é uma forma de representar e relacionar os diferentes conceitos que, no conjunto, constituem a filosofia do novo sistema Ohno (1986). Semelhante à estrutura física de uma casa, o sistema *Just-in-Time* e o *Jidoka* sustentam o que as empresas procuram com a implantação da produção *Lean*: estabilidade, produção e eficiência. Com a padronização das tarefas garante-se uma produção com o mínimo de defeitos (pilar *Jidoka*), na quantidade e no momento certo (pilar *Just-In-Time*). A estabilidade dos processos é um pré-requisito do TPS.

¹ Taiichi Ohno foi vice-presidente da *Toyota Motor Company* entre 1940 e 1980. Iniciou funções como diretor num período crítico e difícil da empresa por falta de liquidez e incapacidade de investir em novos equipamentos e inovação. Dada a situação precária da empresa surge a necessidade de promover na produção automóvel o desenvolvimento de novos princípios de gestão, fundamentos para o *Toyota Production System*.

² *Jidoka*, termo japonês, ou Automação pode ser descrito como "automação inteligente" ou "automação com toque humano".

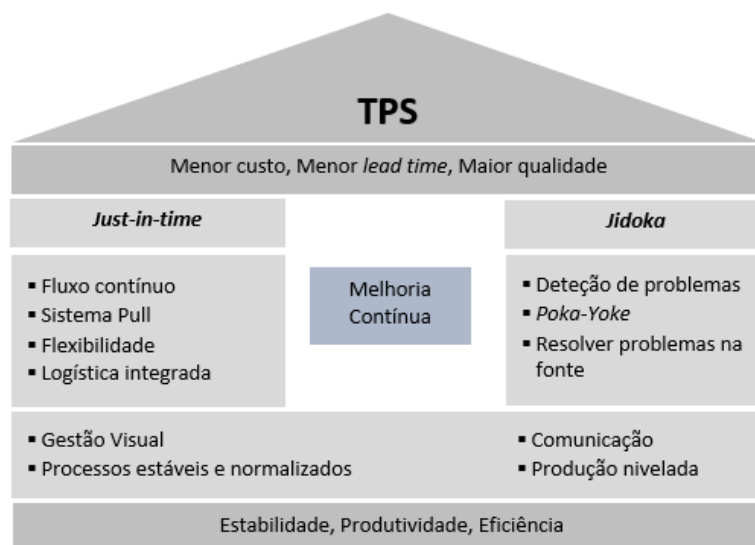


Figura 2 – A Casa do *Toyota Production System House* (adaptado de Liker, 2004)

A técnica de gestão JIT, primeiro pilar de sustentabilidade, tem por base a produção de bens na quantidade necessária para manter o fluxo contínuo e sequencial da produção, no momento exato em que é requerido (Monden, 1994). Na prática, ocorre um planeamento da produção no sentido inverso – o operador numa determinada etapa produtiva recorre ao operador precedente para retirar as unidades necessárias, na quantidade necessária e no momento oportuno – sistema *Pull*. Consequentemente, esse operador que o precede vai produzir as unidades para repor as unidades consumidas. Este formato de produção favorece a existência de inventários reduzidos: como apenas se produz o que é necessário, é reduzido o *stock* de abastecimento ao longo do fluxo produtivo, permitindo reduzir custos de armazenamento de *stock*.

O segundo pilar *Jidoka* permite que um operador seja autónomo para parar a produção quando é detetada uma anomalia ou, no caso da tarefa produtiva estar automatizada, alertar a produção no caso de ocorrer uma anomalia. Este conceito quando aplicado na indústria permite que unidades defeituosas de um processo precedente sigam o fluxo de produção e perpetuem um erro para as etapas de produção seguintes. Este conceito permite um controlo antecipado da qualidade do que está a ser produzido, uma vez que, surgindo um problema, este é resolvido no instante em que é detetado e durante o processo produtivo (Monden, 1994).

2.2 Princípios Lean

Após anos de aplicação do TPS, o termo *Lean Production* é introduzido na publicação *The Machine That Changed The World* (Womack et al, 1990). Segundo os autores, a filosofia pode ser aplicada não só a sistemas industriais, como em outras áreas empresariais.

Dada a aplicabilidade além da produção, surge o *Lean thinking* como conceito de gestão empresarial (Womack et al., 2007). O termo é mundialmente reconhecido e aplicado como um método de gestão que tem por objetivo a criação de valor através da sistemática eliminação do desperdício.

Segundo Womack e Jones (2004) as metodologias *Lean* assentam fundamentalmente em cinco princípios:

- **Valor** – especificação de forma precisa do valor do produto na perspetiva do consumidor e não na perspetiva da produção (Shamah, 2013). Ou seja, devem ser identificadas as características e funcionalidades dos produtos que satisfazem as necessidades e

expectativas dos clientes ponderando quais os requisitos de qualidade, quantidades, tempo e serviço que este espera. Segundo Ohno (1988), este pensamento distingue-se do método de produção convencional em que o valor do produto é imposto ao mercado como resultado do custo de fabrico somado à margem que a organização pretende obter.

- **Cadeia de valor** – identificação da sequência de ações e diferentes etapas que constituem o processo. Numa fase de análise, isolar as atividades que não acrescentam valor para o consumidor (desperdício), proceder à sua eliminação, ficando com uma cadeia de valor acrescentado como esquematizado na Figura 3 (Womack e Jones, 2005).

“All we are doing is looking at the time line from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the non-value-added wastes” (Ohno, 1988).

Trata-se de um princípio e um estilo de abordagem sistemático que procura identificar e eliminar continuamente o desperdício e as atividades que não acrescentam valor.

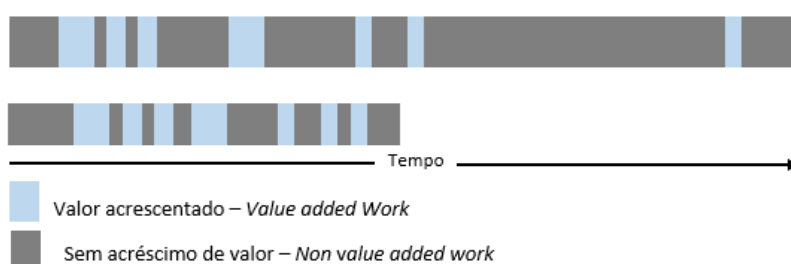


Figura 3 – Aplicação do princípio *Lean* da cadeia de valor (adaptado de Womack e Jones, 2005).

- **Fluxo** – definir um fluxo contínuo de valor no qual devem ser eliminadas barreiras que impeçam que as atividades que criam valor fluam sem interrupções, evitando inventários entre as etapas, tempos de esperas e paragens desnecessárias. O cumprimento deste princípio no modelo de produção permite reduzir o tempo de resposta e de entrega ao cliente, facto comprovado visualmente na Figura 3 pela diferença na extensão dos processos representados (Womack e Jones 2005).
- **Sistema pull** – sistema de planeamento de produção onde a ordem de início é dada pela procura do cliente. Como esquematizado na Figura 4, a operação posterior requisita à operação que a abastece os materiais ou peças montadas que necessita para a atividade produtiva na quantidade necessária e no tempo oportuno. Confrontando o processo tradicional, o planeamento do fluxo produtivo é invertido, a produção não empurra o produto final para o consumidor, mas sim a necessidade do consumidor que exige a existência do produto final. Uma organização que adote este princípio *Lean*, numa situação perfeita, não produz peças que o mercado não consiga absorver (Monden, 1994).



Figura 4 – Esquematização do sistema de produção *Pull* (adaptado de Womack e Jones, 2005).

Perfeição – seguindo o princípio da melhoria contínua, a procura pela perfeição é um compromisso que a empresa assume pela análise constante das atividades que acrescentam valor para eliminação dos desperdícios (Coimbra, 2013). Este princípio tem implícita a importância da qualidade do produto final, investindo na formação dos colaboradores, preocupando-se com o formato das ordens de trabalho para as principais tarefas e definindo padrões e critérios de qualidade ajustados de modo a garantir um bom acompanhamento de todas as etapas do processo (Shamah, 2013).

Considerando os princípios *Lean* enumerados, são perceptíveis as vantagens implícitas à constante aplicação dos mesmos na produção. O objetivo é criar valor reduzindo eventuais desperdícios ao longo do processo produtivo, o que para a empresa vai representar custos e falta de eficiência. De acordo com Monden (1994), qualquer atividade industrial pode ser classificada em três tipos: casual, de valor acrescentado e desperdício. O trabalho casual são atividades que não acrescentam valor ao produto final mas que não se conseguem eliminar, são necessárias ao processo de produção³. Como trabalho de valor acrescentado entende-se processos que são essenciais para o produto final ser executado e reunir as especificações que se consideram importantes para o cliente. Por último, desperdícios consideram-se atividades que não contribuem para o valor do produto final e que podem ser eliminadas. Segundo Liker (2004), tradicionalmente as organizações tendem a orientar os seus esforços de melhoria em atividades que acrescentam valor ao produto em detrimento de eliminar tarefas que não o fazem.

O *Lean production* procura produzir o mesmo com menos esforço humano, menos espaço fabril, menos *stock*, menos defeitos e igual qualidade no produto final (Womack e Jones, 2003). Na Tabela 1, está sistematizada uma comparação das principais diferenças entre a produção convencional (em massa) e a produção *Lean*:

Tabela 1 – Comparação entre produção convencional e produção *Lean* (adaptado de Womack e Jones., 2003)

	Produção convencional	Produção lean
Pensamento	“Não interessa como, o importante é produzir.”	“Como produzimos é tão importante como o que produzimos.”
Equipamento	Máquinas dispendiosas e pouco flexíveis a diferentes processos (tempos de <i>setup</i> longos)	Autonomação. Sistema capaz de produzir grandes volumes e grande variedade de produtos
Métodos de produção	Elevados volumes de produção de um produto standard	Produtos diversificados e produção despoletada pela procura no mercado
Filosofia organizacional	Hierárquica, responsabilidade atribuída à administração	Fluxo de Valor, atribuição de níveis de responsabilidade a todos os segmentos da organização. Confiança na análise crítica do colaborador

2.3 Os 3 M's

Seguindo os princípios de *Lean Production*, deve existir o número de trabalhadores, materiais e equipamento para produzir as quantidades certas na hora certa, com a qualidade desejada

³ Como exemplo de trabalho casual tem-se o controlo de qualidade na linha de produção ou o tempo que o colaborador está à procura de componentes no armazém para iniciar a sua tarefa produtiva.

para entrega ao cliente. Todas as outras definições de capacidade instalada são consideradas desperdício (Lean Enterprise Institute, 2008). Como principal barreira para a efetiva implementação de práticas *Lean* e dos princípios referidos no ponto anterior, está a dificuldade em identificar esses mesmos desperdícios, isolá-los e quantificá-los.

Entre várias técnicas e ferramentas de identificação do desperdício destacam-se os 3 M's, os termos japoneses *Muda*, *Mura* e *Muri*. Respetivamente significam, desperdício, variabilidade e sobrecarga (Coimbra, 2013). Ohno (1986) afirma que a “*insuficiência de padronização e racionalização cria desperdício – Muda –, inconsistência – Mura – e irracionalidade – Muri – em procedimentos de trabalho e horas de trabalho que, eventualmente, levam à produção de produtos defeituosos*”. A Figura 5 transpõe visualmente o significado das 3 palavras *Lean* que irão ser analisadas individualmente nos pontos seguintes.

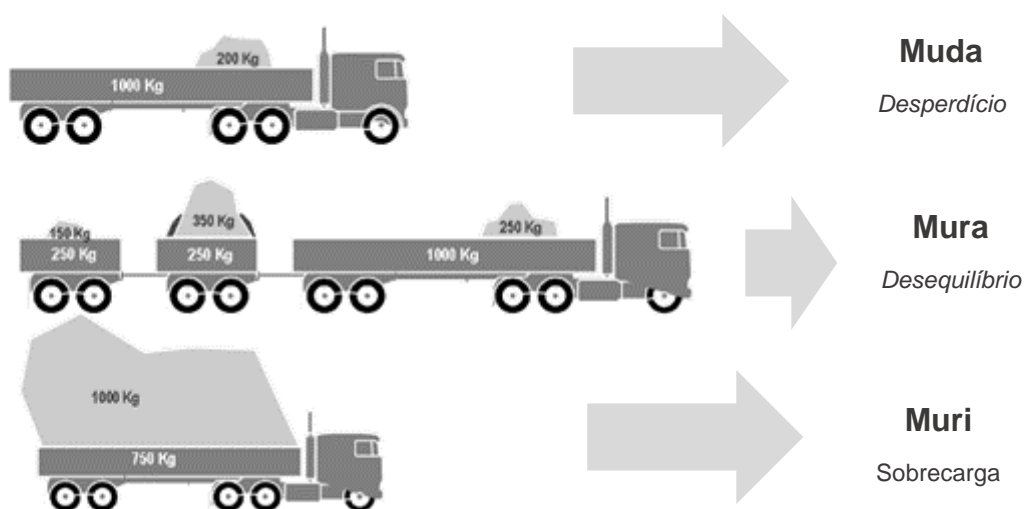


Figura 5 – Os 3 M's: Muda, Mura e Muri (adaptado de Pinto, 2014)

A implementação de metodologias *Lean* é facilitada quando as três componentes são identificadas eficientemente e quando são investigadas as suas origens, permitindo a redução ou mesmo a eliminação do desperdício (Ohno, 1986).

2.3.1 Muda

Desperdício ou *Muda* é qualquer atividade na produção que consome recursos mas não adiciona valor ao produto. Segundo o princípio *Lean* do valor, são custos de produção pelos quais o cliente não estará disposto a pagar. A eliminação destes desperdícios, suportado pelo princípio da cadeia de valor, é o que permite à empresa reduzir custos mantendo preços e maximizando o lucro. Portanto a possibilidade de eliminar um *Muda* pode ser encarada como uma oportunidade de melhoria e de aumento de valor para a empresa.

Taiichi Ohno (1986) identificou os 7 principais tipos de *Mudas*:

- **Sobreprodução**⁴: acontece quando ocorre produção não necessária, em quantidades desnecessárias e/ou num momento inoportuno. Qualquer uma das situações, a ocorrer de uma forma isolada ou em simultâneo, provoca um consumo desnecessário de matérias-

4 Segundo Suzuki (2010), não é um fator preocupante quando existe crescimento no mercado para absorver o stock em excesso. Contudo, a situação agrava-se quando a procura não acompanha o aumento da produção e o stock de produto não vendido permanece na organização, perdendo valor.

primas, ocupação de recursos de produção, armazenamento, transporte, *stocks* elevados e mão-de-obra para processar todas estas etapas da produção (Liker, 2004).

- **Defeito:** relacionado com a produção de produtos com quebras na qualidade. Consequentemente ocorrem perdas de material e de disponibilidade de equipamentos e recursos humanos (Dennis, 2005).
- **Transporte:** engloba transporte de materiais, produtos intermédios ou produto acabado. Relembrando o princípio *Lean* do Valor, na perspetiva do cliente esta atividade não acrescenta valor ao produto final por não ocorrer qualquer tipo de transformação (Coimbra 2013). Contudo, a movimentação é essencial a todas as operações produtivas e, embora seja do tipo casual⁵, deve ser minimizado por meio da melhoria contínua. (Dennis 2005).
- **Movimentação:** este desperdício deriva do excesso de movimentação por parte dos operadores durante a execução das tarefas. O trabalho num *layout* pouco funcional, a falta de material/meios necessários à produção perto dos operadores e a inexistência de instruções de trabalho padronizadas adiciona esforço desnecessário e diminui a produtividade (Dennis 2005).
- **Inventário ou *stocks*:** o excesso de matérias-primas, produtos intermédios ou produto acabado traduz-se num custo adicional para a empresa quer por existir necessidade de os transportar, movimentar e armazenar, como pelo custo que representam. Os custos podem ser agravados quando existe o risco de deterioração dos materiais (Liker, 2004).
- **Espera:** associado aos tempos de inatividade de pessoas ou de equipamentos e que podem ser causados por diversos motivos, entre os quais, a espera pelo próximo passo produtivo, falta de material e/ou tempos de *setup*⁶ longos.
- **Sobreprocessamento:** atividades que representam um esforço superior ao necessário, ou seja, operações produtivas que não acrescentam valor ao produto por incluírem etapas desnecessárias ou possíveis de otimizar (Coimbra, 2013).

2.3.2 Mura

Mura significa variabilidade ou flutuações. Está relacionado com a disparidade de carga de operações ou processos não definidos promovendo a variabilidade do plano de produção, facto motivado pela não existência de *Standard work*. Como o pensamento *Lean* defende, a inconsistência dos processos provoca instabilidade e incerteza, originando desnivelamentos ao nível da carga e do ritmo de produção (Coimbra, 2013).

2.3.3 Muri

Muri traduz-se em sobrecarga. Relaciona-se com a sobrecarga de recursos humanos ou industriais para além do que é a sua capacidade recomendada. Este excesso irracional de carga pode resultar em problemas de segurança, qualidade, defeitos e avarias (Coimbra, 2013). Similar ao conceito de que o valor do produto acabado deve igualar o valor que o consumidor lhe atribui, o operador ou máquina deve suportar a carga que é necessária para produzir o produto e o nível de esforço/capacidade deve ser gerido, promovendo um processo de produção consistente (Stewart, 2011).

⁵ Classificação referida no sub-capítulo Princípios Lean.

⁶ Tempo de *setup* é o período em que a produção é interrompida para reajuste do equipamento fabril.

2.4 Kaizen

O termo *Kaizen* surge das palavras japonesas *Kai*, mudança, e *Zen*, para melhor, e juntas remetem para a ideia de “mudar para melhor” ou de melhoria contínua (Coimbra, 2013). É uma cultura que reúne um conjunto de práticas essenciais para a melhoria dos processos e que procura aumentar a produtividade e eliminação do desperdício com base em pensamentos *Lean*.

Segundo Masaaki Imai (1986), a implementação de práticas de melhoria contínua baseia-se em 3 pontos:

- Envolvimento conjunto (*Everybody*): o envolvimento desde a gestão de topo aos operários conduz à quebra de barreiras hierárquicas promovendo a mudança, responsabilização individual e inovação. Traduz-se numa otimização de recursos pressupondo a criação de equipas multifacetadas de modo a que determinada tarefa seja atribuída ao colaborador mais qualificado para a executar, conseguindo-se atingir os objetivos de mais eficiência e eficácia produtiva.
- Diariamente (*Everyday*): estas práticas não são implementadas pontualmente durante o planeamento produtivo, mas sim todos os dias, tornando-se uma rotina para os envolvidos.
- Todas as áreas da organização (*Everywhere*): produzir envolve um conjunto de valências e áreas sendo que todos os setores são parte do processo e como tal requerem a aplicação de princípios de melhoria contínua ou *Kaizen*.

Estes 3 pontos em conjunto são a base da cultura *Kaizen*, que coloca a qualidade como prioridade – a sua falta promove a perda de valor para o cliente –, o foco no processo e não apenas no resultado, e promove a quantificação das variáveis diminuindo suposições e incertezas (Coimbra, 2013). As semelhanças com os princípios *Lean* são perceptíveis e dificultam a distinção entre conceitos. Contudo, Coimbra (2013) afirma que a grande diferença na cultura *Kaizen* é o facto de o foco estar no envolvimento das pessoas, estabelecendo objetivos de melhoria e atuando no *gemba*, sendo o que resulta daí *Lean*, ou seja, maior produtividade, normalização e qualidade.

2.5 Logística Interna

O fluxo de materiais e informação é gerado a partir de encomendas de clientes e ordens de fabrico, e a forma como ocorre deve ser analisada com base no pensamento *Lean*. A logística em contexto organizacional tem dois objetivos fundamentais (Baudin, 2004):

- Abastecer os bens necessários, no tempo oportuno e na quantidade exata. É valorizada, também, o abastecimento à produção no caso da logística interna e aos clientes no caso da logística externa.
- Incluir e gerir todo o movimento de pequenas cargas de materiais dentro das instalações da fábrica, assim como todo o fluxo de informação relativo ao tratamento das encomendas e ordens de fabrico, procurando a eliminação do desperdício no processo logístico sem diminuir a qualidade do serviço ao cliente.

Segundo Coimbra (2013), a melhoria da logística interna é conseguida recorrendo a conceitos como:

- Bordo de linha – implementação de locais de acesso aos componentes necessários à produção, reduzindo movimentações;

- Supermercados – localização dos inventários perto dos processos que abastecem, reduzindo movimentações, facilitando o *picking* e promovendo organização dos espaços de trabalho;
- *Mizusumashi* – operador logístico que faz o transporte da matéria-prima ou partes montadas para os postos de trabalho de uma forma eficiente;
- Sincronização – definição e simplificação dos processos de início da produção, seleção e entrega dos materiais necessários no tempo oportuno.

Dada a relevância para a dissertação, serão abordados mais detalhadamente os conceitos de supermercado e *mizusumashi*.

2.5.1 Bordo de linha

O bordo de linha é um conceito que define o fluxo produtivo. Este remete para a implementação de locais de acesso aos componentes necessários para a produção, reduzindo movimentações em distância e/ou tempo. Para o bordo de linha ser considerado eficiente, deverá obedecer a critérios como (Coimbra, 2013):

- Os movimentos de *picking* executados devem ser minimizados, o que é definido pela localização dos materiais;
- As movimentações dos operadores que abastecem a linha – operadores logísticos – devem ser minimizados;
- O tempo requerido para troca de componentes de um produto para outro deve convergir para zero;
- A reposição e reabastecimento dos componentes ao longo processo deve ser intuitiva e simplificada.

Desta forma, uma correta definição do bordo de linha é essencial para o cumprimento dos quatro requisitos anteriormente referidos. A melhor localização é a que promove o menor número de deslocações, no menor tempo possível e na qual os componentes estão sempre alocados (Coimbra, 2013).

A solução encontrada para o bordo de linha deve permitir à produção lidar apenas com a manufatura dos produtos e focar-se nas atividades que acrescentam valor, alocando tempo à transformação dos produtos e não ao transporte de componentes e materiais para efetivar essa transformação (Coimbra, 2013).

A correlação do bordo de linha com a normalização dos processos é grande, considerando que a alocação correta dos materiais no tempo estipulado tende a minimizar as deslocações dos trabalhadores e promove a práticas de *Standard work* (Coimbra, 2013).

2.5.2 Supermercado de abastecimento

Entende-se por supermercado a existência de um local de armazenamento secundário perto do ponto da sua utilização. O termo é utilizado por Ohno (1986) que visitando um supermercado nos EUA, repara na distribuição dos produtos em prateleiras de fácil acesso e que vão sendo escolhidos pelos consumidores de acordo com as suas necessidades. Ohno sugeriu transpor a mesma logística para o ambiente produtivo, criando um fluxo semelhante no planeamento de forma a garantir a disponibilidade dos produtos e não acontecerem rutura e paragens produtivas. Ohno considera que este sistema traz poupanças significativas de tempo no *gemba* (Coimbra, 2013).

Segundo Coimbra (2013), estes supermercados na produção devem respeitar os seguintes princípios:

- a) Localização fixa para cada referência de produto (havendo alterações na organização estas deverão ser o mais esporádicas possível);
- b) Armazenamento ao nível do operador para facilitar o *picking* de material, de forma a proporcionar o movimento mais ergonómico possível ao operador, contribuindo para a segurança do processo e a redução do esforço físico;
- c) Identificação recorrendo a métodos de gestão visual, por exemplo, das referências, não suscitando dúvidas na sua distinção e no seu lugar;
- d) Cumprimento do método de gestão *Lean - First In - First Out* (FIFO) – restringindo o fluxo dos materiais à sua ordem de entrada, isto é, a primeira peça a entrar é a primeira a sair.
- e) Manuseamento fácil das peças deve ser assegurado, garantindo a segurança e o fluxo da produção a um ritmo consistente.

O último princípio (e) refere a importância de *como* o material está disponibilizado ao operador – lotes, caixas ou paletes, por exemplo – realçando a importância da unidade de armazenamento nos supermercados. Esta deve ser pensada de forma a facilitar a operação e o seu transporte (Coimbra, 2013).

Classificação ABC dos Produtos

Por motivo de limitação de espaço ou, no sentido de criar critérios de organização eficazes, os supermercados podem ter vários materiais com políticas de controlo de inventário distintas. Estas diferenças justificam-se por os materiais ou partes em montagem terem um custo, consumo ou criticidade para a produção diferente.

A análise ABC permite sistematizar um conjunto de variáveis pelo seu nível de importância para o problema e, no caso dos supermercados de abastecimento, pode ajudar a organizar a sua disponibilidade ao operador. Este método baseia-se no princípio de Pareto⁷ em que 80% das consequências estão relacionados com 20% das causas.

Num contexto industrial, a análise da curva da Figura 6 permite ordenar um conjunto de materiais pela frequência com que é necessário na produção distinguindo 3 grupos de materiais A, B e C:

- Produtos A: são produtos de alta rotatividade, em que uma baixa quantidade de referências corresponde a uma percentagem de uso alta.
- Produtos B: são artigos de média rotatividade, que não se enquadram nas categorias A nem C.
- Produtos C: são produtos de baixa rotatividade, uma vez que um elevado número de artigos desta categoria corresponde a uma percentagem muito baixa de valor de uso.

⁷ A aplicabilidade deste método de análise é transversal a diversas áreas de negócio desde a gestão de *stocks* à definição de políticas de vendas ou categorização de clientes (Sinfic, 2011).

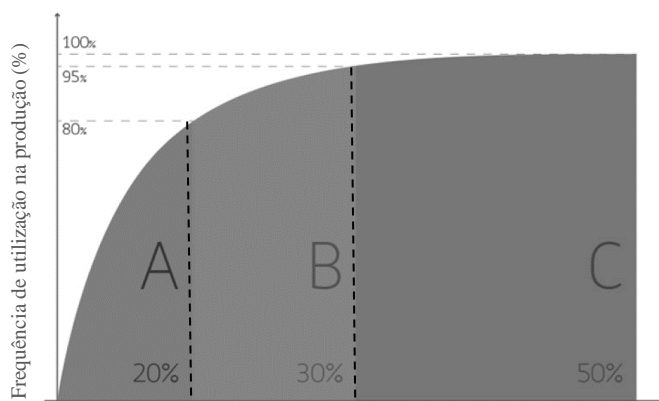


Figura 6 – Curva de Pareto.

2.5.3 Mizusumashi

A implementação de processos *Lean* pode passar pela existência de *mizusumashi* ou comboio logístico, sendo um fator para definir e normalizar o fluxo da logística interna. Trata-se de um operador logístico que percorre um circuito normalizado, normalmente, num ciclo de tempo fixo, fazendo o transporte interno dos materiais (Coimbra, 2013). A definição desta rota de abastecimento é um dos meios para colocar o sistema *Just-in-Time* em prática, com o objetivo de produzir ou reabastecer a produção com a quantidade mínima necessária de componentes no momento exato. O operador fará movimentos entre as linhas de montagem e os supermercados de abastecimento e transportará a quantidade requerida de material para as linhas.

A rota percorrida pelo *mizusumashi* pode-se traduzir em vários movimentos logísticos porque estabelece a ligação entre os diferentes locais de paragem dos materiais durante o processo produtivo, desde os supermercados de *picking*, bordos de linha e armazéns. Este método torna o fluxo de materiais consistente e confronta os métodos tradicionais de produção que recorrem a métodos de transporte sem rotas definidas, em ciclos de tempo variáveis, gerados quando existe uma necessidade que ocorre de forma variável no tempo. A Figura 7 permite comparar as discrepâncias existentes nas rotas de movimentação de um comboio logístico – *mizusumashi* – para um empilhador.

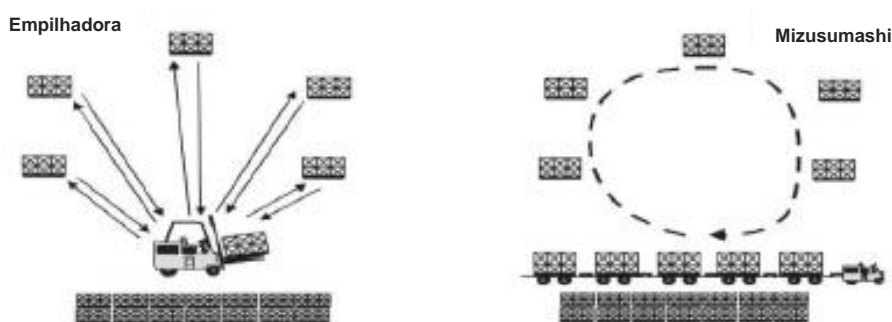


Figura 7 – Comparação entre a utilização de um empilhador e de um comboio logístico (Coimbra, 2013)

O movimento do empilhador assemelha-se ao de um “táxi” no sentido em que recebe a informação de necessidade de movimentação, desloca-se até ao material, transporta-o ao destino, para regressar novamente à origem. Todos estes movimentos ocorrem de uma forma pouco eficiente, repetindo percursos várias vezes ao longo do tempo por falta de planeamento.

A utilização do *mizusumashi* apresenta como principais vantagens para o processo produtivo:

- Redução do muda de movimentação de materiais fora do bordo de linha ou rota;
- Libertação de espaço de fábrica;
- Maior rotação de *stocks* já que o controlo de inventários fica facilitado havendo um circuito normalizado de materiais;
- Diminuição do muda de espera por empilhador, porta-paleta ou carro de transporte pois o abastecimento é realizado com ciclos fixos numa rota pré-definida e contínua, prevenindo-se a acumulação de materiais;
- Operador mais focado no processo produtivo do que no transporte e movimentação de materiais;
- Margem reduzida para imprevistos, erros, defeitos ou falhas de segurança.

Como principais requisitos para a definição da rota de abastecimento do *mizusumashi* e, considerando este ser um dos principais objetivos do estudo desenvolvido nesta dissertação, devem-se definir os seguintes pontos (Coimbra, 2013):

1. Definir uma lista das tarefas que o *mizusumashi* deve cumprir;
2. Quantificar o tempo de realização de cada tarefa;
3. Identificar as paragens e os pontos de entrega dos materiais;
4. Desenhar uma rota circular no *layout* da fábrica;
5. Criar locais próprios para os pontos de entrega e dimensioná-los;
6. Testar o comboio, medir tempos e eliminar desperdícios;
7. Identificar o trabalho e tempos padrão para todas as tarefas que ocorrem durante a execução do percurso, como sugerido na Figura 8;
8. Calcular o tempo total do ciclo de abastecimento de toda a rota.

Este último ponto 8, baseado no fundamento *Kaizen* de que para melhorar é necessário quantificar, permite tornar o processo menos inconsistente e imprevisível – mais *lean*. O cálculo dos ciclos de tempo da rota é conseguido pela soma do tempo de execução das movimentações logísticas nos locais de paragem e o tempo de viagem entre as mesmas.

Mizusumashi Standard Work Sheet																			
Area: Assembly L23				Name: J. Carvalho				Date: 03/07/99											
Product: Compressor D				Mizu cycle: 20 minutes															
Nº	Operations	Time																	
		Operatn	Transp	5				10				20							
1	Pick orders from leveling box	5	5	-															
2	Pick components	15	10																
3	Pick FP and put order on the sequencer	10	5																
4	Replace boxes	20	10																
5	Repack FP	10	15																
6	Remove orders used	10	5																
7	Bring empty containers	20	5																

Figura 8 – Exemplo de uma folha de normalização da rota do *mizusumashi* (adaptado de Coimbra, 2013, pág. 135).

2.6 O sistema Kanban

Um dos principais sistemas de controlo que surgiu do pensamento *Lean* é o sistema *kanban*, que é uma ferramenta essencial na regulação de fluxos de logística interna. Trata-se de um sistema visual que informa os operadores do consumo de recursos (matérias-primas ou componentes) à etapa de produção precedente, funcionando como um pedido de reposição desse produto, e assim sucessivamente. Funciona no sentido inverso ao do fluxo produtivo, “puxando” a produção. O *kanban* evita que sejam feitos produtos não requisitados, eliminando perdas por *stock* e desperdícios por superprodução. O sistema dá ênfase ao *output* ao invés do *input*, porque quem comanda as ordens de produção é a linha de montagem final (Liker, 2004).

A forma como é comunicada a necessidade pode variar consoante o que for mais vantajoso para o *layout* do *gemba* (Liker, 2004), desde a sua forma mais clássica, através de um cartão colocado no quadro de suporte, até uma forma mais abstrata como um *kanban* eletrónico. O fundamental é que o *kanban* transmita a informação de forma simples e que as regras sejam respeitadas e transparentes para os operadores.

É possível distinguir dois tipos de *kanban* para coordenar e normalizar o sistema *Pull*, o de produção e o de transporte. O *kanban* de produção autoriza a produção, ou seja, dá ordem de fabrico para produzir material em falta. O *kanban* de transporte autoriza a movimentação de material.

Segundo Liker (2004), como principais requisitos para implementar um sistema *kanban* num comboio logístico, devem ser assegurados:

- Processos normalizados (*Standard work*) e estabilizados;
- Tempos de *setup* reduzidos;
- *Layout* organizado de forma a facilitar a leitura visual do sistema e promovendo uma correta movimentação do *mizusumashi*;
- Produção relativamente estável, sem grandes oscilações;
- Número razoável de estações de trabalho já que o sistema trabalha com pequenos lotes.

2.7 Outras ferramentas Lean

2.7.1 Normalização do trabalho ou *Standard work*

Os padrões operacionais referem-se ao modo como as pessoas executam o trabalho, permitindo a estabilização e o controlo do processo (Imai, 1986). A falta de normalização na execução das tarefas por vários intervenientes, muitas vezes em turnos distintos que executam a mesma tarefa, é propensa à existência de variabilidade, pois as tarefas são executadas de forma diferente, o que torna o processo irregular (Coimbra, 2013).

Os padrões são definidos com base no que foi identificado como a melhor forma de executar o trabalho e, por essa razão, devem contemplar a melhor ergonomia para quem os executa, a qualidade para o cliente e a forma mais eficaz em termos de custos para a empresa. Não são imutáveis, podendo e devendo ser modificados (Imai, 1986).

Algumas características decorrentes de uma normalização bem executada são (Imai, 1986):

- a segurança – os processos garantem a forma de execução mais fácil e segura para o operário;
- a preservação do *know-how* – a padronização garante que o *know-how* seja transferido e preservado na organização, evitando que o conhecimento seja individualizado;
- a medição do desempenho – definir indicadores para monitorizar e controlar os processos;

- a base para melhorias – após execução de um padrão que estabiliza e controla o processo, torna-se possível a fase seguinte da melhoria, por alteração do padrão e validação da melhoria através da medição do desempenho;
- a simplicidade – os padrões devem ser registados de forma simples e compreensível.

2.7.2 Gestão Visual

Uma das técnicas defendidas na cultura *Lean* para implementação e controlo de processos *Standard* é a gestão visual (Coimbra, 2013). O formato visual de apresentação de dados é identificado como essencial para uniformizar as tarefas operacionais e “tornar os processos mais simples, menos dependentes de sistemas informáticos e processos formais” (Pinto, 2014). O objetivo é contribuir para a normalização do processo (Coimbra, 2013).

Reunindo práticas de visualização de informação para definir direções e ordens de trabalho, a gestão visual está perceptível em ambiente industrial sob a forma de, por exemplo, placas, linhas, etiquetas ou códigos de cores, permitindo identificar zonas e materiais e a forma como ocorre o fluxo entre fases produtivas. Este conjunto de indicadores visuais fomenta a criação de hábitos de trabalho nos operadores, melhorando a produtividade e promovendo o não desperdício.

No sentido de sistematizar conceitos de gestão visual em ambiente industrial, existem dois grupos de ferramentas (Eaidgah et al., 2016):

- **ferramentas de entendimento dos processos** – vocacionadas para uma interpretação dos processos. Como exemplo: mapas de fluxo de valor (VSM), diagramas ou etiquetas.
- **ferramentas de comunicação de desempenho dos processos** – ferramentas relacionadas com o *feedback* do desempenho do processo, controlando a eficiência e eficácia dos processos como sistemas Andon, *Kanban* ou ecrãs de projeção de KPI's.

Estes métodos surgem da necessidade de monitorizar processos robustos, constituídos por um conjunto alargado de tarefas, que, dada a sua dispersão, são difíceis de analisar e consequentemente de otimizar (Coimbra, 2013). A melhoria contínua é facilitada quando existe esta gestão visual dos processos, pois a informação consegue ser transmitida de forma clara e sucinta de forma a ser compreendida por todos. Como principais vantagens da utilização desta gestão, obtém-se (Tezel et al, 2009):

- Rapidez na identificação de possíveis erros ou defeitos;
- Uniformização na forma como o processo é concretizado;
- Atualização de informação e processos facilitada e transparente;
- Comunicação eficiente e clara para todos os envolvidos no processo;
- Monitorização de variáveis do processo produtivo.

3 Caracterização da situação inicial

3.1 *Processo produtivo*

A Amorim *Cork Composites* surgiu com a finalidade de produzir novos produtos a partir do aproveitamento de resíduos de cortiça provenientes de outras unidades industriais, criando valor a partir destes. Os compósitos de cortiça são produzidos a partir de granulado de cortiça que juntamente com a adição de outros componentes como a borracha, permitem obter propriedades únicas e aumentar o portfólio de produtos.

A matéria-prima utilizada no processo é constituída por diversos desperdícios que se enumeram a seguir:

- Primeira e segunda casca extraída do sobreiro, cortiça que não tem as características apropriadas para a produção de rolhas;
- Resíduos de cortiça provenientes de outras unidades industriais: rolhas não conformes e desperdícios gerados ao longo do processo produtivo;
- Resíduos gerados ao longo do processo industrial da ACC.

Atualmente, os produtos desenvolvidos na empresa têm origem a partir da produção de dois grandes tipos de aglomerados diferentes, os aglomerados de cortiça e os aglomerados de cortiça com borracha. Na Figura 9 é descrito por meio de um fluxograma o processo industrial.

Trituração

A matéria-prima cortiça rececionada e armazenada na ACC é transferida para a secção destinada à etapa de trituração, onde é sujeita ao processo de moagem por meio de moinhos industriais. Uma vez triturada, os grãos de cortiça são separados de acordo com padrões referentes ao tamanho do grão e densidade, através da passagem por peneiras industriais. O granulado de cortiça devidamente separado é transportado por sucção para silos.

Aglomeração

Terminado o processo de preparação da matéria-prima cortiça dá-se início ao processo de aglomeração. É nesta fase que são adicionadas as substâncias aglomerantes, como colas específicas, e/ou outros componentes como a borracha aos granulados de cortiça, obtendo-se uma mistura. Na aglomeração de blocos, a mistura é depositada e prensada em moldes paralelepípedicos e colocada, posteriormente, em estufas de alta frequência ou estufas convencionais. De forma semelhante, ocorre a aglomeração de cilindros em moldes cilíndricos. A mistura sofre então, nos moldes, um processo de aglutinação pela ação conjunta da pressão, temperatura e agentes de aglutinação obtendo-se o formato pretendido de

aglomerado. Após a desmoldagem os blocos e cilindros são armazenados durante um período de tempo necessário, em média 5 dias, para o seu arrefecimento e estabilização.

Laminação

Após a estabilização, os blocos e cilindros estão aptos a serem laminados em placas e em rolos, respetivamente. Numa primeira fase, tanto os blocos como os cilindros são normalizados para que se tornem uniformes no seu tamanho, através da lixagem. A laminagem ocorre segundo as especificações definidas na carteira de encomendas podendo ser obtidos placas e rolos com dimensões diferentes.

Acabamentos

Nesta etapa, as placas e rolos são transformados e trabalhados dando origem a produtos customizados e de valor acrescentado para diversas áreas de negócio. São produzidos quadros de cortiça, designados *memoboards* e produtos como bases de copos. O produto acabado é embalado e transportado para o Armazém de produto acabado (APA) onde fica armazenado até ser expedido para o cliente.

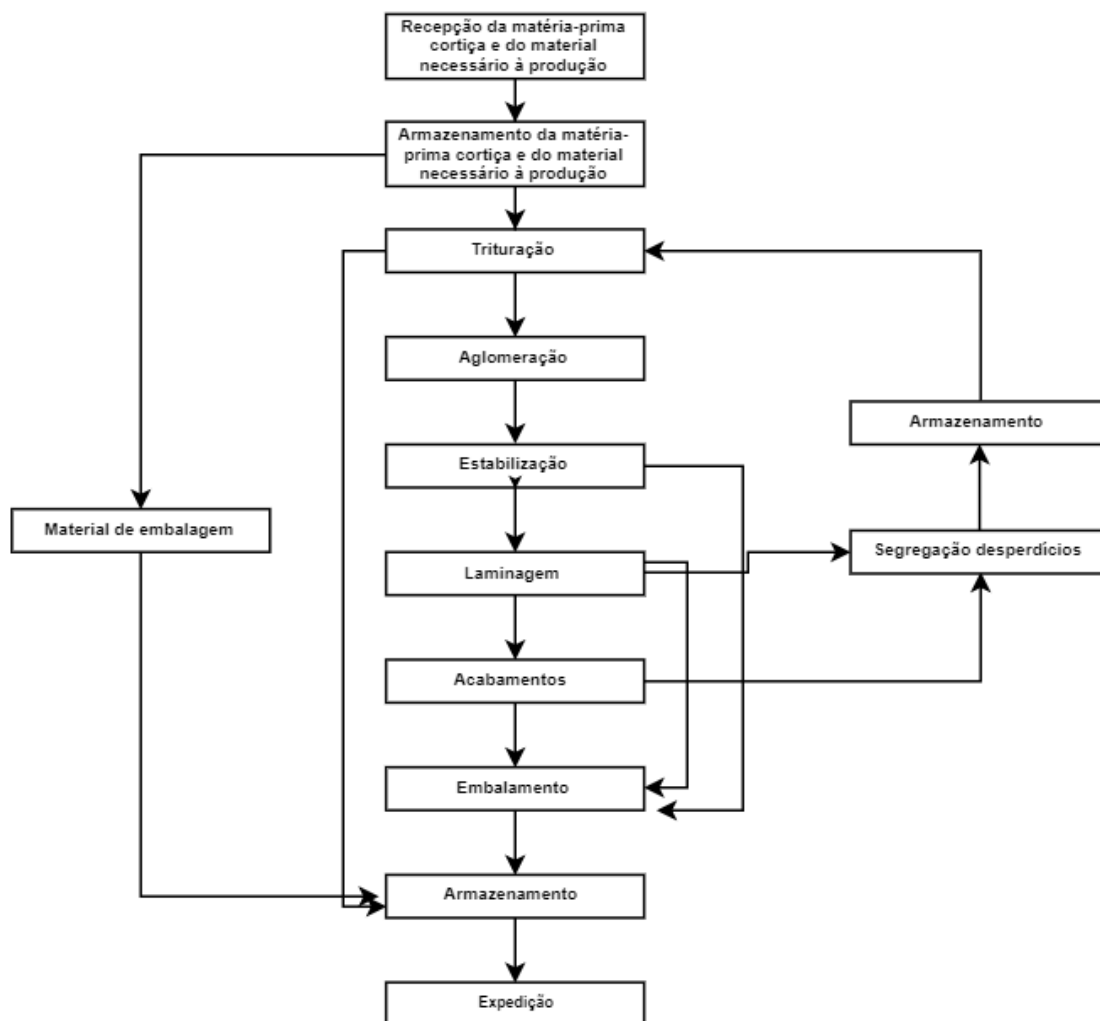


Figura 9 – Fluxograma do processo industrial

Para além da venda deste produto final, a ACC também vende produto intermédio, ou seja, granulado de cortiça, cilindros e rolos, blocos e placas.

Segregação dos desperdícios

A par da utilização dos desperdícios de cortiça de outras indústrias também a ACC reaproveita os desperdícios decorrentes da sua atividade, por forma a evitar resíduos. Ao longo do processo produtivo são gerados desperdícios que podem vir a ser aproveitados e reincorporados no processo ou reutilizados com outras finalidades. No caso dos desperdícios de aglomerados que podem ser de cortiça ou borracha com cortiça, na forma de aparas e placas, são armazenados para serem novamente triturados, obtendo-se novamente o granulado. Também, o pó de cortiça aspirado e transportado das linhas por condutas, bem como paletes estragadas têm como destino a caldeira onde são utilizadas para gerar energia para consumo da fábrica.

3.2 Layout da Fábrica

Neste subcapítulo apresenta-se o *layout* da Amorim Cork Composites, primeiramente, as áreas produtivas e posteriormente, os armazéns que a constituem.

Área produtiva

Na Figura 10 encontram-se assinaladas as diversas secções da unidade industrial

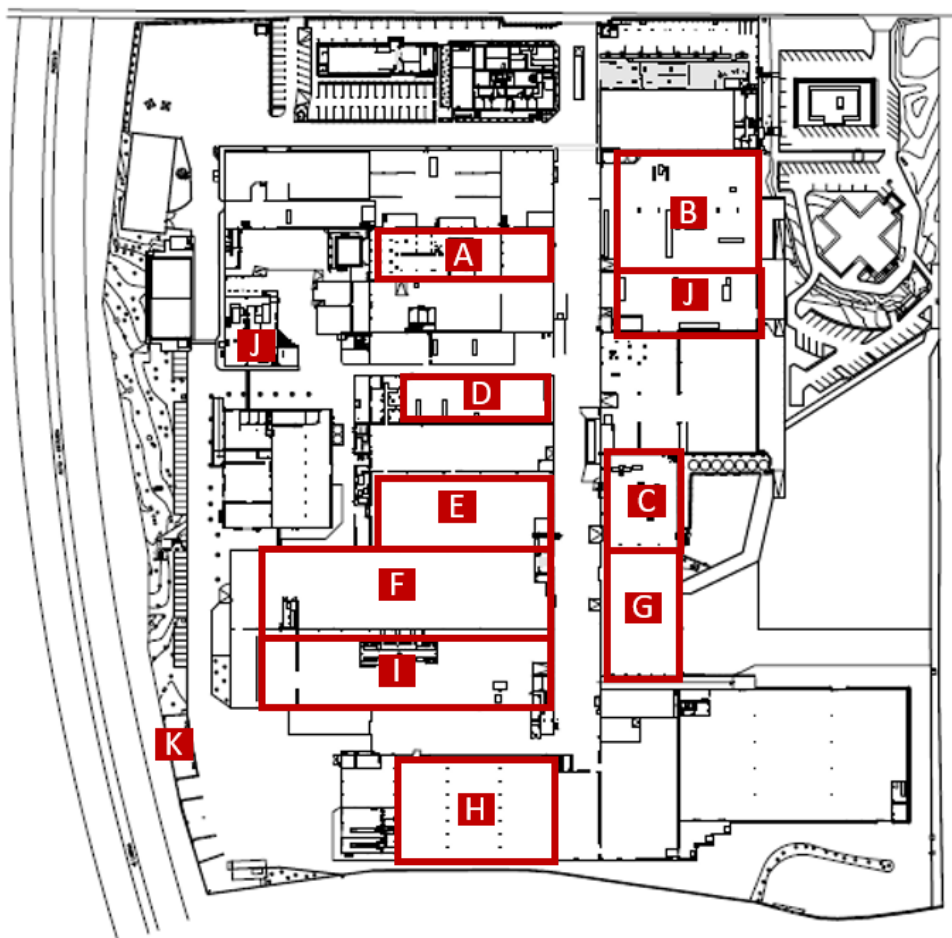


Figura 10 – Layout da fábrica com sinalização das áreas produtivas

A - Trituração

B - Aglomeração de cilindros e blocos de cortiça com borracha

C - Aglomeração de cilindros aglomerados de cortiça

D – Aglomeração de blocos aglomerados de cortiça

E – Laminagem de blocos aglomerados de cortiça

F – Acabamentos de blocos aglomerados de cortiça

G - Acabamentos de cilindros de aglomerados de cortiça

H – Laminagem e acabamentos de blocos aglomerados de cortiça com borracha

I – Produção de cilindros 3D

J – Caldeira

K – Lixo e Baías

Armazéns

A unidade industrial da Amorim *Cork Composites*, ao longo dos últimos anos, sofreu diversos ajustes de planta por forma a integrar novas atividades do Grupo Amorim, como foi o caso da integração da produção de cilindros e blocos de borracha e da produção de cilindros 3D. Esta situação, para além de ter exigido um aumento dos fluxos da logística interna pelo aumento inevitável das quantidades e das movimentações de material dentro da fábrica, teve impacto na redução dos espaços disponíveis para o armazenamento dos diversos materiais. Por esta razão, a falta de espaço é um problema com o qual a ACC se depara e que tem como consequência a existência de variadas localizações de *stock*, que se situam por todo o chão de fábrica. A gestão dos espaços para armazenamento das matérias-primas, produtos intermédios e produto acabado constitui um constante desafio para a ACC, devido aos reduzidos espaços disponíveis para essa atividade. Na Figura 11 encontram-se sinalizadas as localizações de materiais e produtos.

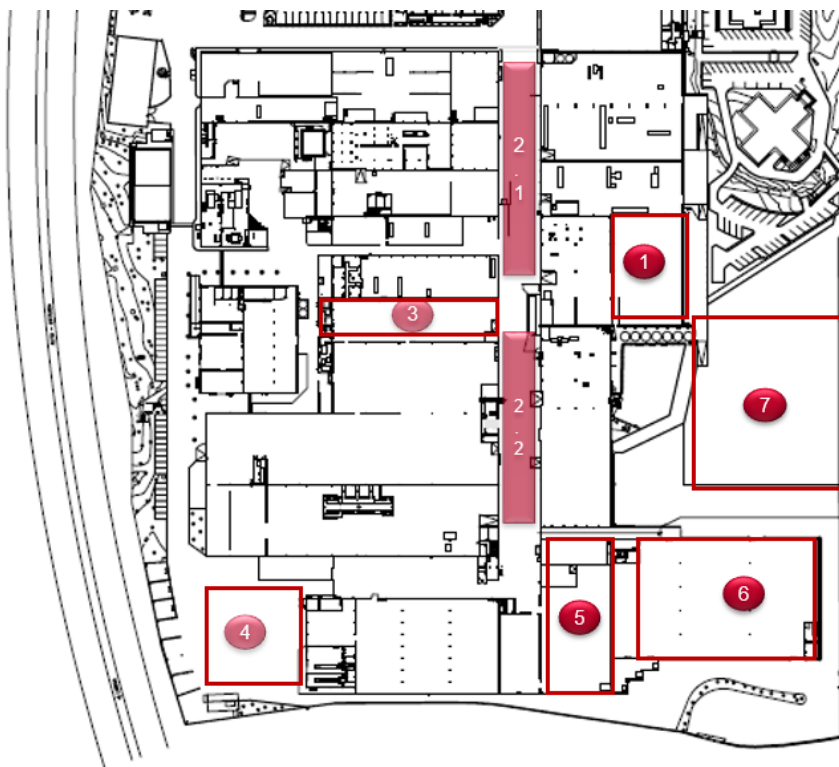


Figura 11 – Layout da fábrica com sinalização dos locais destinados ao armazenamento dos materiais e produtos

Na **zona 1** é depositada e armazenada a matéria-prima cortiça, ou seja, os aproveitamentos provenientes de outras unidades industriais, onde aí permanecem até virem a ser transferidos para a secção de trituração.

O extenso corredor, assinalado na **zona 2** é o acesso principal a todas as áreas produtivas, ao armazém anteriormente mencionado e aos restantes que a seguir se enumeram, servindo também, como ponto de receção de carga e descarga de mercadorias e local de armazenamento de produto intermédio. Ao longo de todo o espaço físico deste corredor, as áreas laterais servem como local de armazenamento dos cilindros de aglomerados de cortiça com borracha e de aglomerados de cortiça, nas **zonas 2.1** e **2.2** respetivamente, onde são empilhados iniciando-se o processo de estabilização e repouso durante o período de tempo necessário e até poderem vir a ser utilizados no processo produtivo seguinte.

As **zonas 3** e **4** servem, também, como local de armazém de produto intermédio. A **zona 3** é dedicada ao armazenamento dos blocos aglomerados de cortiça, onde se dispõem empilhados e estabilizam até poderem vir a ser utilizados no processo produtivo seguinte. Por sua vez, os blocos aglomerados de cortiça com borracha são armazenados próximo da sua área de consumo (acabamentos de borracha), na **zona 4**, local situado no exterior. As características deste material permitem que possa estar situado no exterior e sujeito às condições atmosféricas.

O Armazém de Produto Acabado (APA), na **zona 6**, e o Armazém de matéria-prima não cortiça (AMP), na **zona 5**, encontram-se individualizados em espaços físicos bem definidos. O APA é o local destinado ao armazenamento de produto acabado pronto para expedição e o AMP é o espaço destinado ao armazenamento de todo o material não cortiça necessário à produção, como consumíveis, material logístico (paletes, *big bags* e cartão) e matéria-prima (colas, tintas e aglomerantes).

Contudo, por falta de espaço, estes armazéns nem sempre têm a capacidade de armazenamento necessário para absorver todos os materiais e produtos que a estes se destinam. No caso do APA a saturação frequente do espaço leva a que seja possível encontrar produto acabado que

foi excluído do mesmo juntamente com os produtos intermédios, na **zona 2**. Esta situação acontece com produtos que não tendo sido expedidos num período de tempo estipulado pela empresa foram excluídos do APA.

Na **zona 7**, no exterior, em *big bags* são armazenados os desperdícios de materiais não cortiça provenientes de outras fábricas e que será triturado e aglomerado.

3.3 Armazenagem e Transporte de materiais

Atualmente, as movimentações internas de cargas na ACC são realizadas maioritariamente com recurso ao empilhador. Estas movimentações, com exceção da cortiça granulada que quando obtida após a etapa de trituração é transportada por um sistema de canalização para as linhas onde vão ser utilizadas, englobam o transporte de produto intermédio, produto acabado e os restantes materiais necessários à produção. No período em análise, a frota de veículos da ACC é constituída por um total de 35 empilhadores sendo a utilização média diária correspondente a 6.14 horas e uma utilização total diária de aproximadamente 215 horas.

Estes meios de transporte de cargas encontram-se distribuídos e alocados a áreas produtivas ou armazéns, sendo estes a gerir a sua atividade por forma a garantir o fluxo de material. Existem 2 tipos de empilhadores em circulação no chão de fábrica, empilhador de garfos e de pinças.

Este é um meio de transporte que, pelas suas diversas limitações, tem impacto direto na produção e que é agravado, pelo facto, de não existir qualquer sistema de controlo e monitorização adequado no decorrer da sua atividade, impossibilitando a minimização das consequências que daí advêm. Para além de a sua capacidade de carga ser reduzida, porque transporta unidade a unidade, a falta de normalização nas tarefas logística, referente às movimentações de carga por empilhador tem como consequência a imprevisibilidade das rotas efetuadas e que resulta em movimentos de ida e volta, com consequente retorno em vazio. Isto traduz-se em desperdícios de tempo, esforço e recursos.

As movimentações de carga por empilhador realizam-se a pedido dos operários das linhas, sempre que exista uma necessidade. Como opera segundo a ordem em que recebe a informação, não há controlo da capacidade de resposta às solicitações fazendo com que em determinadas partes do dia possa estar mais sobrecarregado que noutras, o que reduz a eficiência e a produtividade das linhas que ficam paradas por motivos logísticos.

Unidade de carga

A palete é a unidade de carga maioritariamente utilizada no transporte dos materiais e produtos. No entanto, diversos tipos de paletes com normas e tamanhos diferentes são movimentados por toda a fábrica. Na Tabela 2, é possível observar a análise ABC realizada ao consumo de todos os tipos de paletes na ACC. Esta análise foi efetuada tendo como base os volumes de consumo registados das mesmas e como período temporal o ano de 2016 e o primeiro semestre de 2017. Do total dos 26 tipos de paletes diferentes consumidas, aquela que apresenta maior rotação tem como dimensões 1,28x0,95m sendo, também, aquela que de entre todos os tipos de paletes pertencentes à classe A detém as maiores dimensões. Do total dos 26 tipos, a que ocupa maior área tem como dimensões 3,00x1,27m e pertence à classe C. No ANEXO A podem ser observados os cálculos efetuados para a análise ABC.

Tabela 2 – Análise ABC ao volume de paletes consumidas por tipos e normas

Classe (% Acumulada)	Tipos de paletes (Unidade)
A (0-80)	7
B (80-95)	4
C (95-100)	15

Para além da paleta são, também, utilizados como unidades de carga: os contentores metálicos, os cestos de plástico e os *big bags*, como representado na Figura 12. Os *big bags* são sacos de grandes dimensões utilizados para armazenar e transportar a matéria-prima cortiça triturada após a etapa de trituração. Os contentores metálicos e os cestos de plástico podem ser encontrados dispersos por todas as secções produtivas e são utilizados para o armazenamento e transporte de desperdícios decorrentes do processo produtivo que, por conseguinte, nas condições apropriadas podem vir novamente a ser triturados e integrados no processo, bem como, para movimentar qualquer tipo de resíduos para descarte.

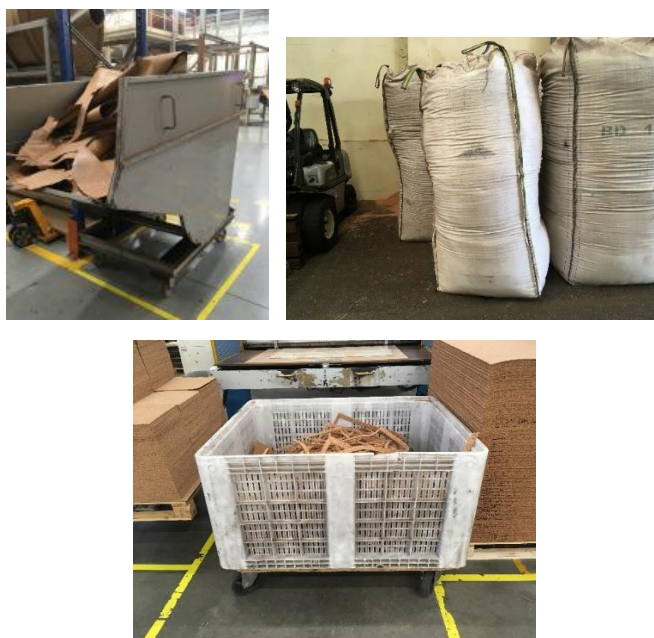


Figura 12 – Tipos de embalagens presentes na fábrica ordenado por contentor metálico, cesto de plástico e *big bags*

3.4 Fluxo de informação

A ACC opera sob o sistema produtivo *Pull*, seguindo a estratégia *Make-to-Order*. As ordens de fabrico são geradas a partir da informação de encomendas recebidas pelo serviço ao cliente. De seguida, de acordo com as necessidades de produção e a capacidade disponível, a equipa de planeamento elabora e emite o plano semanal de produção da carteira de encomendas para cada setor. No entanto, a frequência com que se torna necessário o ajuste ao plano previamente definido é um indicativo da variabilidade a que está sujeita a produção. A instabilidade da produção é consequência da falta de sincronização dos processos, balanceamento das linhas e o sistema atual de abastecimento.

O controlo de produção é feito através do registo de declarações de produção, sendo esta preenchida manualmente pelos operadores das linhas em cada turno. Nela é registada a ordem de fabrico que foi produzida, a matéria-prima consumida, a quantidade produzida, os tempos

improdutivos e as respetivas justificações. No dia seguinte, esta informação é integrada no sistema AS400.

3.5 Fluxo de materiais

Remetendo à Figura 10, existem setores cuja movimentação de cargas é executada por operadores exclusivamente dedicados a essa função e que abastecem os postos com produtos intermédios e todo os materiais necessários à produção. Os setores são enumerados a seguir:

- Laminagem e acabamentos de cilindros aglomerados de cortiça;
- Acabamentos de blocos aglomerados de cortiça;
- Setor de laminagem e acabamentos de blocos aglomerados de cortiça com borracha.

Nos restantes setores não se verifica essa situação, os operadores das linhas têm a responsabilidade de desempenhar as tarefas logísticas necessárias para o funcionamento da produção. Esta situação possibilita a ocorrência de paragens nas máquinas devido ao abandono do posto da máquina para recolha do respetivo material, originando perdas de produtividade pela paragem das mesmas.

Dada a relevância para a dissertação, serão abordados mais detalhadamente os fluxos de material entre as linhas e o armazém de matéria-prima não cortiça (AMP), bem como os fluxos correspondentes ao transporte de produto acabado para o APA.

Fluxo de materiais entre linhas e AMP

Nos setores de acabamentos existem operadores logísticos que abastecem produto intermédio e todos os materiais necessários à produção, sendo estes os materiais provenientes do armazém de matéria-prima não cortiça (AMP). O produto intermédio é abastecido a pedido do operador que procura o operador logístico para esse efeito. Ou seja, o abastecimento ocorre por pedido e por ordem de chegada da informação.

Os materiais necessários às linhas provenientes do AMP são solicitados pelos setores por meio de folhas de requisição. Essas folhas são preenchidas pelas chefias de cada setor, no início do primeiro turno, onde registam e solicitam os materiais que vão necessitar para um dia de produção, ou seja, para o total de turnos trabalhos em cada linha por dia. Na Figura 13 é descrito o processo desde a requisição até ao abastecimento desses mesmos materiais às linhas por meio de um diagrama *swimlane*.

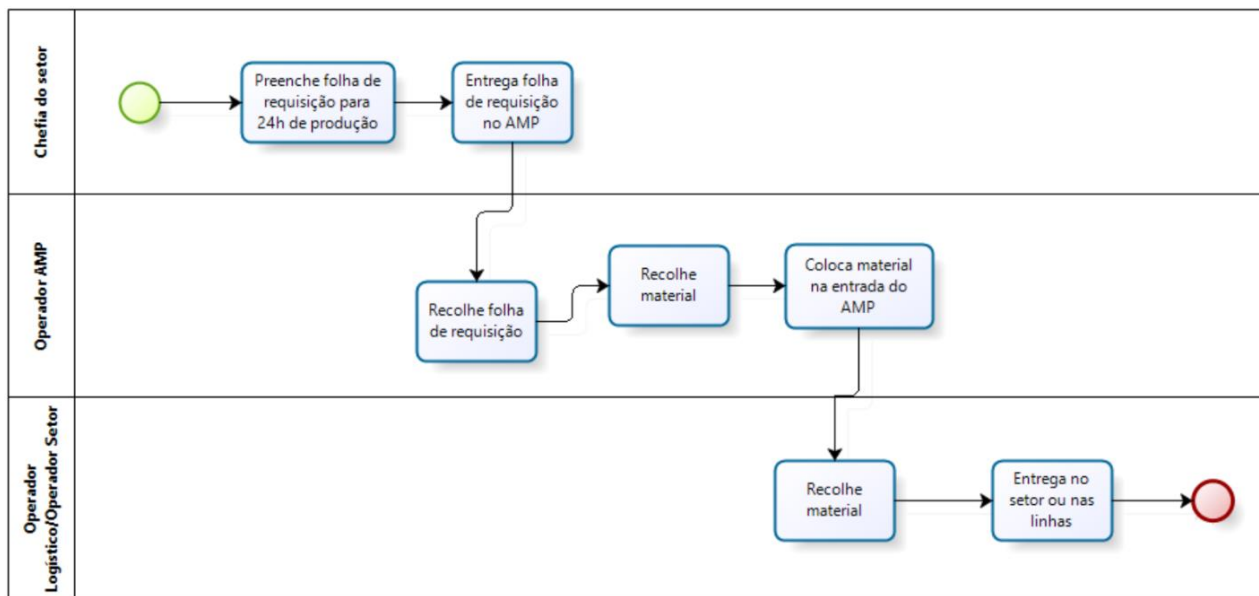


Figura 13 – *Swimlane* do processo de abastecimento de materiais provenientes do AMP

Fluxo de produto acabado entre as linhas e APA

A recolha do produto acabado nas linhas é responsabilidade de um único operador logístico que, por turno e com recurso à empilhadora, faz o transporte do mesmo das linhas produtivas para o Armazém de Produto Acabado. A execução desta tarefa não está normalizada, funcionando sem uma ordem definida, o operador desloca-se aos setores e se houver produto acabado recolhe e transporta para o APA.

No entanto, o responsável pelo transporte de produto acabado não se limita exclusivamente à execução dessa mesma tarefa. Frequentemente, este operador tem à sua responsabilidade outras tarefas logísticas que executa quando é solicitado. Na Figura 14 são apresentadas as rotas desempenhadas frequentemente por este operador logístico.



Figura 14 – Diagrama spaghetti das rotas frequentemente percorridas pelo operador logístico que recolhe o produto acabado

A falta de recolha do produto acabado é uma situação que ocorre com elevada frequência. Esta situação origina acumulação de produto nas linhas produtivas obrigando a que os operadores sejam obrigados a parar as mesmas e a sair do seu posto para solicitar a recolha do produto. A indisponibilidade do operador logístico responsável se deslocar às mesmas para proceder à recolha gera movimentações de arrumação para desocupar as linhas, e os operadores das linhas transportam o produto acabado e colocam-no sem critério onde houver espaço, nos corredores dos setores ou então na zona 3.

Na Figura 15 é possível observar à esquerda produto acabado a obstruir totalmente um local de passagem dos empilhadores dentro de um setor e à direita a obstrução da entrada num dos setores motivado pela situação de saturação de linha.

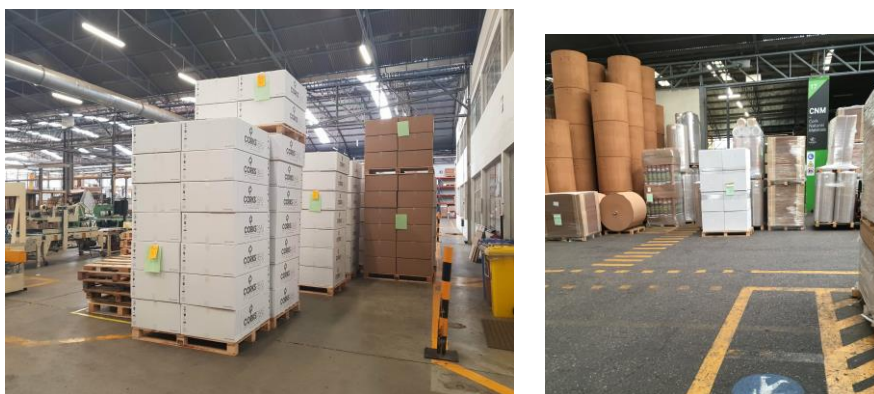


Figura 15 – Obstrução de um local de passagem de empilhadores dentro (esquerda) e à entrada (direita) num dos setores

3.6 Análise dos fluxos logísticos

Foi realizado um levantamento dos fluxos logísticos realizados com recurso ao empilhador. Para que fosse possível uma análise que englobasse o maior número de movimentos possível foi pedido aos operadores que realizassem o registo das movimentações efetuadas por empilhador. Estes registos foram verificados em 6 setores produtivos. Após o fornecimento da informação, procedeu-se ao tratamento exaustivo dos mesmos. A informação foi agrupada consoante os padrões visualizados nas rotas, origem e destino, por forma a obter estimativas de fluxos logísticos. A tabela derivada da agregação das movimentações apresenta-se no ANEXO B e o diagrama spaghetti das rotas realizadas pelos empilhadores, efetuado com recurso ao *Software Autocad*, no ANEXO C. A tabela apresenta para cada rota efetuada a origem e o destino, se foi realizada por um operador dedicado à mesma ou se pelo operário da própria linha, a distância percorrida na movimentação, a média dos movimentos efetuados por turno, o número de turnos de trabalho num dia em que se verificou a movimentação e por fim a unidade de carga movimentada. Para além destes também denomina a unidade de carga transportada, a descrição da carga e se foi efetuado retorno em vazio. Para a análise dos dados foram, posteriormente, obtidos os seguintes valores:

- Frequência por hora;
- Frequência por turno;
- Tempo por viagem (assumindo como valores de velocidade do empilhador de 3,5 km/h cheio e 6 km/h em vazio);
- Tempo Total das viagens efetuadas por dia (assumindo um tempo de carga e descarga do empilhador de 0,5min e 1min, respetivamente);

O tempo total de movimentações obtido foi de aproximadamente 69,6 horas

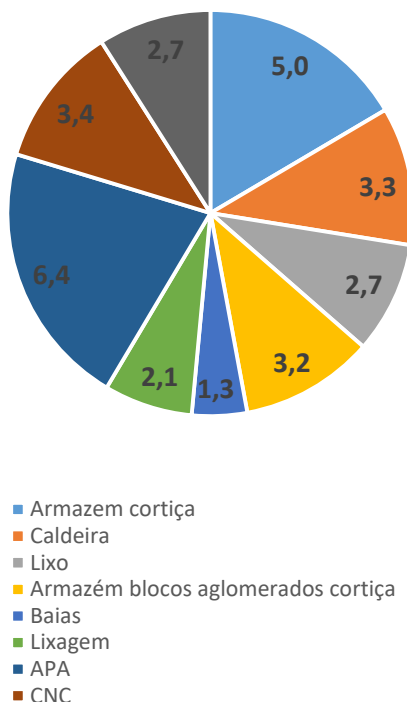


Figura 16 – Tempos de viagem verificadas associadas a destino

3.7 Análise crítica

O sistema atual da logística interna retira produtividade aos processos que, efetivamente acrescentam valor ao produto. As paragens produtivas são o resultado da ausência do empilhador que causa saturação das linhas por acumulação de produto acabado ou falta de material e por conseguinte abandono dos postos das próprias máquinas pelos respetivos operadores de linha. A falta de método nos movimentos logísticos promovida pela inexistência de rotas de abastecimento e recolha geram variabilidade nos processos e são fonte de elevados desperdícios. A par desta situação, a capacidade de carga limitada dos empilhadores que transportam unidade a unidade e as limitações de espaço decorrentes do crescimento da unidade pela integração de novas atividades produtivas na fábrica que, consequentemente, vieram aumentar os fluxos de material e reduzir os espaços de armazenamento dos produtos, existindo variadas localizações de *stock* pela fábrica. Na Tabela 3 são referidos os desperdícios verificados na fábrica bem como as razões que os possibilitam.

Tabela 3 – Efeitos e causas

Desperdícios	Causas
<ul style="list-style-type: none"> • Tempos de espera de operadores e máquinas por falta de abastecimento ou recolha de produto • Movimentos de ida e volta com retorno em vazio • Excesso de movimentação de pessoas 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de standardização nos movimentos logísticos: inexistência de rotas de abastecimento e recolha; • Capacidade de carga limitada: transporte paleta a paleta; • Variadas localizações de material; • Em alguns setores inexistência de operadores logísticos;

3.8 Comboio Logístico

Após a análise da situação inicial será apresentado o projeto de implementação de dois comboios logísticos e os estádios em que foram encontrados.

Ambos os projetos têm como objetivo a normalização dos movimentos logísticos, pela implementação de comboios logísticos, tendo em vista aumentar a produtividade geral da unidade industrial pelo aumento de produtividade na logística, proporcionado pela redução do número de pessoas afetas às movimentações, a eliminação de situações de abandono dos postos de trabalho por parte dos operadores das linhas e de chefias que deixam as suas funções para desempenhar atividades logísticas e a redução dos desperdícios associados ao transporte em vazio pelas viagens de ida e volta e os desperdícios de tempo e esforço.

3.8.1 Projeto - Primeiro comboio logístico

Este comboio foi delineado para criar um fluxo de material e informação entre o armazém de produto acabado, o armazém da matéria-prima não cortiça e algumas linhas selecionadas no chão de fábrica através de uma rota fixa e um ciclo fixo. Os ganhos que se pretendem obter são de 2 FTE relativamente ao estado inicial pela redução de horas de empilhador e o aumento de 1,5% da produtividade através do aumento da disponibilidade das linhas. Para além disso a implementação deste mizusumashi pretende:

- Permitir que os operários das linhas dediquem todo o seu tempo à atividade produtiva reduzindo a necessidade de deslocações para solicitar tarefas logísticas, nos setores em que existam operadores logísticos dedicados, e nos setores em que estes não existam que as tarefas deixem de ser realizadas pelos próprios operadores das linhas;
- Evitar acumulação de produto acabado nas linhas por falta de recolha do empilhador designado para essa mesma função e que gera movimentações por necessidade de desimpedir as linhas.

Rota

Na Figura 17 está representado o percurso definido inicialmente para o comboio logístico que realiza o abastecimento de material proveniente do armazém de matéria-prima não cortiça (AMP) e recolha de produto acabado às linhas para o armazém de produto acabado (APA).

Como se verifica na figura, o projeto inicial contempla a existência de dois circuitos diferentes, o circuito 1 e 2. A necessidade de definição de dois circuitos, em vez de um único, deveu-se ao receio de que o *mizusumashi* se tornasse demasiado longo estruturalmente pela quantidade de carruagens que deveria transportar. Posto isto, surgiram os dois circuitos e foram planeados colocar no *gamba* dois *mizusumashi*, um para cada circuito. O número máximo de carruagens que o *mizusumashi* transporta são 7.

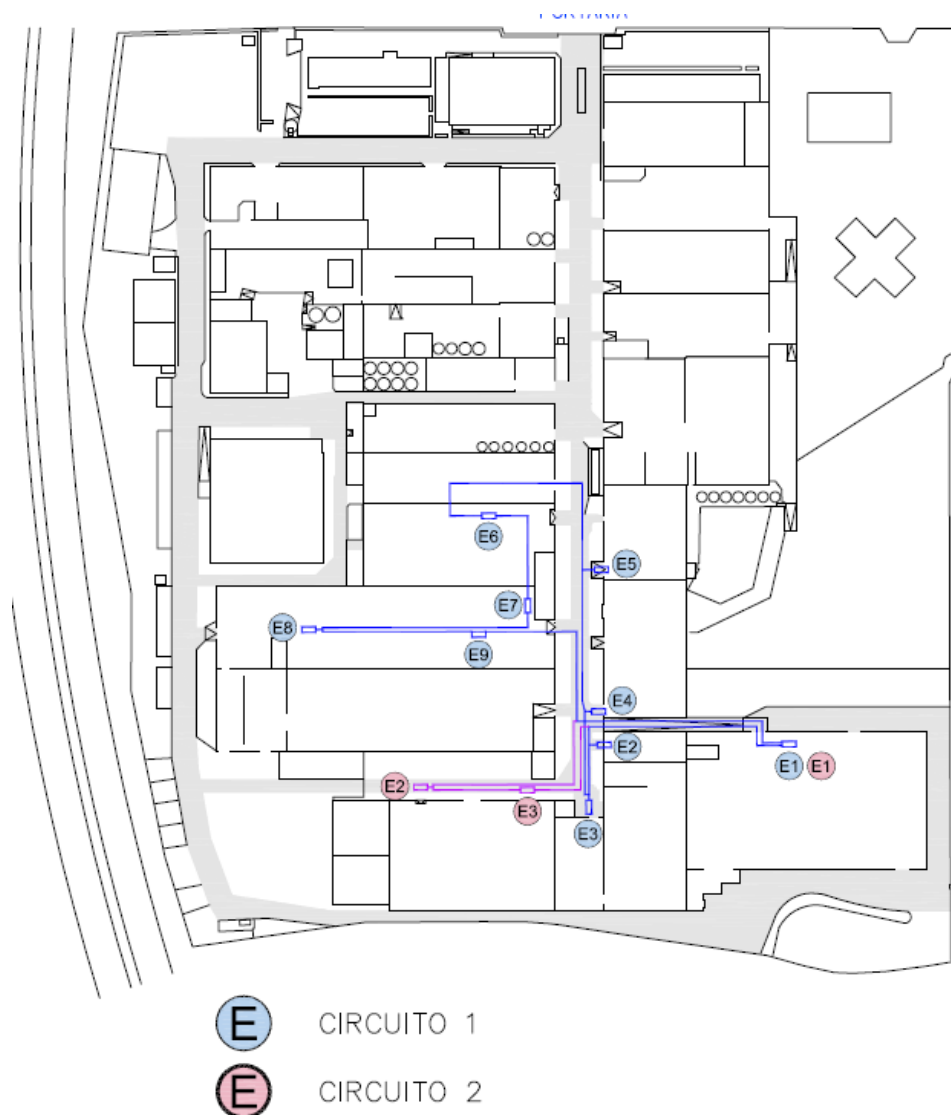


Figura 17 – Representação da rota planeada inicialmente para o comboio logístico.

Circuito 1: Armazém de produto acabado (E1); Linha de embalagem mini-rolos (E2); Armazém de matéria-prima não cortiça (E3); Linha de embalagem rolos (E4); Aglomeração de cilindros de borracha (E5); Laminação blocos de aglomerados de cortiça (E6); Linha de embalagem placas (E7); Linha de embalagem *memoboards* (E8); Linha de embalagem *trivets* (E9);

Circuito 2: Linha de embalagem de juntas (E1) e (E2).

Para cada circuito estava definido um tempo de ciclo de 23 minutos.

Tipologia do comboio logístico

O comboio logístico é constituído por três tipos de elementos diferentes, o trator, os carros “c” e os carros de bordo de linha, os dois últimos representados na Figura 18. O trator é o veículo motorizado conduzido pelo operador logístico e ao qual se encontram atrelados os carros “c”, que se assemelham em termos de funcionamento a carruagens. As cargas são transportadas nos carros de bordo de linha que por sua vez engatam nos carros “c”. Os carros de bordo de linha ao serem carregados lateralmente no carro “c” elevam-se, deixando as rodas de estar em contacto com o chão, e passam a ser parte integrante do comboio logístico, sendo transportados pelo mesmo. O carro de bordo de linha tem como dimensão 1,3x1,2m, tem capacidade para transportar até 1500kg de carga máxima e paletes com o máximo de dimensão de 1,285x1,10m.



Figura 18 – Representação do carro “c” (esquerda) e carro de bordo de linha (direita)

Os carros de bordo de linha foram construídos por forma a permitir o seu manuseamento pelo operador logístico, que o faz por meio de uma barra metálica presente na estrutura do carro, na parte lateral. A base do carro, onde assentam as cargas, é estruturalmente constituída por um conjunto de rolos livres que permite deslizar a carga, facilitando a transferência das mesmas.

O transbordo dos produtos nas linhas ocorre diretamente entre o carro de bordo de linha e o tapete de rolos da linha. O operador logístico separa o carro de bordo de linha do comboio logístico e conduz o mesmo para junto da linha. Aí o carro de bordo de linha é acoplado ao tapete de rolos da linha. Posteriormente, procede-se ao transbordo da carga dando-se a passagem do produto existente no tapete de rolos para o carro de bordo de linha

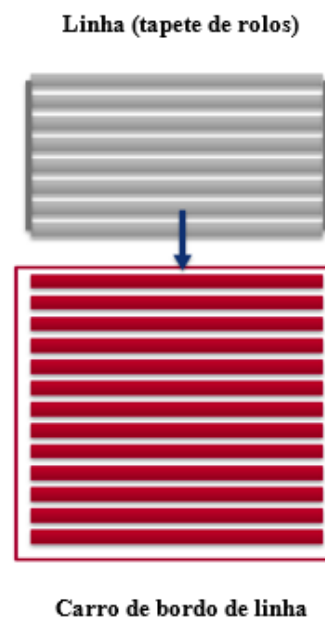


Figura 19 – Vista superior do sistema de transbordo das linhas para o carro de bordo de linha

Após a análise do projeto inicial foi possível identificar os contributos para o projeto.

- Redefinição da rota e tempo de ciclo;
- Normas de trabalho do *mizusumashi*;
- Gestão visual de suporte à futura implementação do *mizusumashi* na fábrica;

- Desenvolvimento de KPI's para monitorização da performance do *mizusumashi* com aplicação no momento em que o mesmo for implementado;

3.8.2 Projeto - Segundo comboio logístico

Foi proposto pela empresa o planeamento e cálculo de um segundo comboio logístico que nos mesmos moldes do primeiro centraliza a execução de tarefas num único operador. Em contrapartida, este comboio não executará recolha de produto acabado e abastecimento de matéria-prima não cortiça. Para a definição de tarefas foram estudados os padrões observados no levantamento de dados no subcapítulo 3.6.

4 Apresentação dos contributos para os projetos

O presente capítulo encontra-se subdividido nos dois projetos anteriormente apresentados. No que se refere ao projeto do primeiro comboio logístico foi redefinida a rota do *mizusumashi*, calculado o tempo de ciclo, definido o fluxo de informação e foi, ainda, proposta a alteração de uma das linhas por forma a ser possível a recolha de produto pelo *mizusumashi*. Posteriormente, foram implementadas ferramentas de gestão visual e definidos KPI's para futuramente serem utilizados. O segundo projeto desenvolvido de raiz engloba todas as fases de planeamento e cálculo de outro comboio logístico.

4.1 Projeto Primeiro Mizusumashi

Como referido na secção 3.7.1, a implementação do primeiro comboio logístico tem na sua génese o objetivo de centralizar as operações de abastecimento e recolha de produto acabado num único operador logístico, entre as linhas de produção e o armazém de produto acabado (APA), bem como o fluxo entre as mesmas e o armazém de matéria-prima não cortiça (AMP). Deste modo, terá como funções:

- Recolher o produto acabado das linhas e entregar no APA;
- Satisfazer as necessidades de abastecimento às linhas de materiais provenientes do AMP.

4.1.1 Redefinição da rota

Partindo da premissa de que o comboio possui na totalidade 7 carruagens foi estudada a possibilidade de convergir as duas rotas em apenas uma por forma a ser possível apenas a utilização de um comboio, uma vez que houve alterações às linhas e por forma a simplificar o processo.

Segundo Coimbra (2013), a primeira etapa do processo de definição de um *mizusumashi* seria a atribuição de tarefas ao operador logístico. Desta forma, a lista de tarefas, mencionadas no capítulo 3.9.1 foram atribuídas a um único *mizusumashi*, no entanto, procedeu-se à eliminação da tarefa correspondente à recolha de produto acabado e abastecimento de matéria na máquina de cortar folhas (*shetter*). Esta situação ficou a dever-se ao facto de a empresa ter instalado uma nova máquina para substituir a antiga, tendo sido constatado que a configuração estrutural da nova máquina de cortar folhas não apresentava as condições necessárias para que o *mizusumashi* pudesse exercer a tarefa da recolha de produto acabado. A lista de tarefas foi desta forma reajustada. Na Tabela 4 encontram-se as linhas e os centros de trabalho correspondentes, nos quais o *mizusumashi* executará tarefas.

Tabela 4 – Output das linhas afetas à lista de tarefas atribuídas ao *mizusumashi*

Centro de Trabalho	Linha
H888	Laminadora Blocos
H268	Embalagem Placas
H677	Embalagem Memoboards
H698B	Embalagem Trivets
H543	Embalagem Mini-Rolos
H274	Embalagem Rolos
H729	Embalagem Juntas
H752	Embalagem Borracha

Tendo em conta a análise do fluxo de materiais entre as linhas e o armazém de produto acabado, iniciou-se o redimensionamento da rota do *mizusumashi*.

Definida a lista de tarefas foram identificadas as paragens e desenhada a rota circular no *layout* da fábrica. A nova rota do *mizusumashi* está ilustrada na Figura 20, pela linha a tracejado. São, também, identificados pelos pontos numerados, as estações de paragem, no ponto “F”, a zona de troca dos carros com produto acabado recolhidos às linhas pelo *mizusumashi*, e no ponto “R”, a zona onde se encontra o quadro para registo da atividade realizada pelo mesmo. Foram, também, representadas a orientação e a posição que o *mizusumashi* deverá adotar no momento de paragem do comboio logístico em cada estação.



Figura 20 – Rota redefinida do mizusumashi – Turno diurno

Foi ainda alterada a ordem de passagem do *mizusumashi* pelas estações por forma a deixar para o fim da rota aquelas cujo output detém as maiores dimensões, reduzindo assim o tempo de viagem das mesmas para o APA. Como é o caso da estação 7.

Como demonstrado na Figura 20 os pontos de paragem do comboio logístico por ordem de paragem no tempo de ciclo são:

1-AMP	6-Embalagem <i>Memoboards</i>
2-Embalagem Mini-Rolos	7-Embalagem <i>Trivets</i>
3-Embalagem Rolos	8-Embalagem Juntas
4-Laminadora Blocos	9-Embalagem Borracha
5-Embalagem Placas	10-APA

Na definição da rota existiram algumas limitações provocadas pelo *layout* dos setores produtivos. Assim numa situação ideal o *mizusumashi* deveria percorrer o interior dos setores o que foi inviabilizado pelo facto de alguns corredores não terem as dimensões apropriadas para a passagem do comboio logístico. Tal acontece no setor de acabamentos de cilindros de aglomerados de cortiça e no setor de acabamentos de borracha.

O ciclo inicia-se no ponto 1 com o picking das referências dos materiais para abastecer nas linhas e termina no ponto 10 com a troca dos carros cheios de paletes de produto acabado por carros vazios.

Para o cálculo do tempo de ciclo foi desenvolvida e utilizada a equação 4.1. Esta equação resulta do somatório entre o tempo estimado para as movimentações entre estações e o tempo total estimado para a execução de todas as tarefas do *mizusumashi*.

$$TC = \text{Ciclo Vazio} + \frac{\text{Tempo}}{\text{Estação}} * N^{\circ} \text{ Estações} + \text{Carros BL} * \frac{\text{Tempo}}{\text{Carro BL}} \quad (4.1)$$

Os valores assumidos para o cálculo da equação 4.1 são apresentados na Tabela 5. Para a atribuição dos valores, a parcela correspondente ao tempo de ciclo em vazio, ou seja, o tempo estimado que o *mizusumashi* demora a percorrer as distâncias entre as estações teve como base o valor da distância obtido através do *Software Autocad*, sendo de 441m, e assumindo a média de velocidade de 6km/h. O tempo decorrido entre retirar um carro de bordo de linha do carro “c” e voltar a engatar no comboio foi estimado em segundos e 15 segundos de paragem por estação. O número de carros arbitrado foi 7 face ao número de carruagens máximo que o *mizusumashi* poderia transportar na fábrica devido ao *layout*. O tempo de ciclo calculado para estes valores é de 0,30h.

Tabela 5 – Valores para definição do tempo de ciclo do circuito – Turno diurno

Parâmetros	Ciclo Vazio (s)	#Estações	Tempo/Estação (s)	#Carros P/abastecer /ciclo	Tempo/Carros BL (s)
Valores	441	9	15	7	90

O número de carros de bordo de linha a abastecer por ciclo, foi obtido através do somatório de carros utilizados apenas num ciclo, tendo sido utilizado para definir o tempo de ciclo.

Turno diurno:

Estação	Linha	Output (Paletes/hora)	Paletes / Tciclo	Carros Total
1	AMP	3	1	3
2	Trivets	0,43	0,1	2
3	Memoboards	1,43	0,5	2
4	Embalagem de Placas	3,43	1,2	3
4	Laminagem Blocos	0,43	0,1	2
5	CNM	5	1,7	3
6	Mini Rolos	1,8	0,6	2
8	Embalagem Juntas	1,83	0,6	2
9	Embalagem Borracha	1,61	0,5	2

Neste caso, o total de paletes / tempo de ciclo é 5,3, o que sendo um valor calculado estará dentro da folga admissível.

Por conseguinte e utilizando a mesma metodologia, foi definida a rota para o turno noturno. Da lista de tarefas de abastecimento e recolha do produto das linhas mencionadas na Tabela 4 apenas duas não funcionam no horário da noite. Atualmente, das linhas mencionadas, a linha de embalagem de juntas e borracha não trabalham a 3 turno com funcionamento a 3 turnos, atualmente na fábrica. Por essa razão foram retiradas da lista as tarefas correspondentes às linhas mencionadas anteriormente. As estações de paragem foram marcadas e desenhada a rota circular. A rota do turno da noite é ilustrada na Figura 21.



Figura 21 – Rota definida para o mizusumashi - Turno noturno

Após a determinação do tempo de ciclo foi definido como funciona o fluxo de informação.

4.1.2 Fluxo de Informação

O *mizusumashi* não só movimenta material como, também, movimenta informação. Neste sentido, a definição do funcionamento do fluxo de informação foi um dos aspetos a ter em consideração.

Foi definido que o fluxo de informação entre as linhas e o *mizusumashi* seria originado por *kanbans* de requisição, para todas as matérias provenientes do AMP usados nos setores. Os operadores das linhas colocam o *kanban* de requisição na zona de picking num suporte específico para esse efeito, que se encontrará em cada estação. Posteriormente, os cartões pendurados nas zonas de *picking* das estações são recolhidos pelo *mizusumashi* ao longo do percurso. Na Figura 22 encontra-se ilustrado o *kanban* de requisição definido e que possui a seguinte informação: material requisitado (referência e descrição), quantidade, posição de localização no AMP, a secção que faz a requisição, e o tipo de *picking*.



		
Referência	Quantidade	
27900492	1	
Nome	RL	
FITA ADESIVA PVC 19mmx66m (TRANSP.)	Tipo Picking	
Foto/ Informação	Mizusumashi	
 MINI - ROLOS - 27900492 1		
Origem	Posição AMP	
MINI-ROLOS	A.1.1	

Figura 22 – Exemplo de *kanban* de requisição

Os carros de bordo de linha não estão dimensionados para todo o tipo de material consumido pelas linhas proveniente do AMP. Deste modo, parte dos materiais provenientes do AMP excedem nas suas dimensões a dimensão dos carros, pelo que, nem todo o abastecimento de material tem condições para ser entregue às linhas pelo *mizusumashi*. No cartão *kanban* foi criado um campo designado “Tipo *Picking*” no qual especifica previamente como será efetuado o *picking* e o método de abastecimento. Existem três opções:

- “Tipo *Picking*: Mizusumashi” – tem as dimensões apropriadas para o *mizusumashi* poder efetuar diretamente o *picking* dos materiais;
- “Tipo de *Picking*: AMP” – tem as dimensões apropriadas para ser transportado pelo *mizusumashi* mas é necessário empilhador para efetuar o *picking* do mesmo no armazém;
- “Tipo de *Picking*: Empilhador” – não tem as dimensões apropriadas para ser transportado pelo *mizusumashi*. O *picking* e o abastecimento à linha são realizados ambos por empilhador.

Na Figura 23 encontra-se delineado o fluxo de cartão.

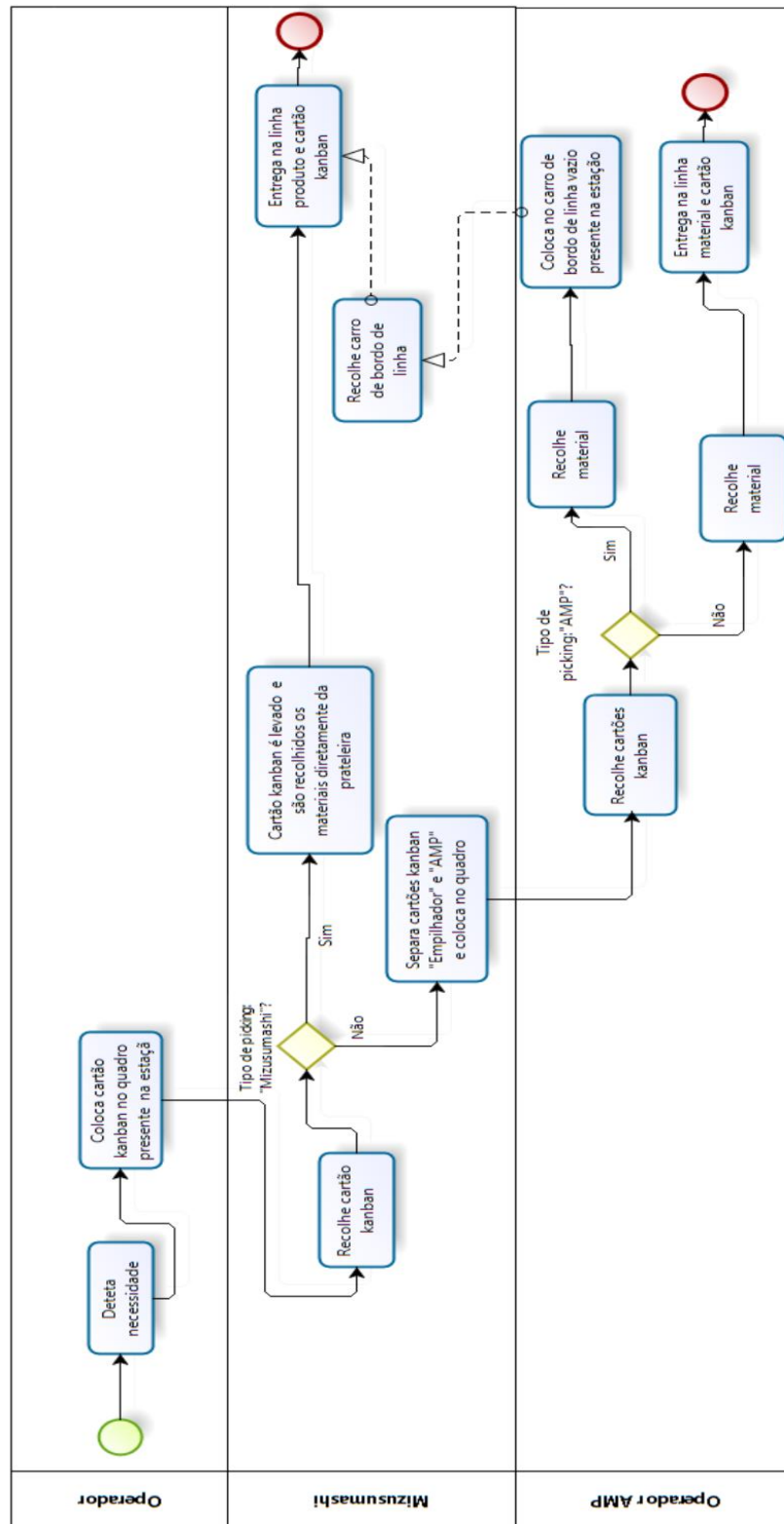


Figura 23 – Swimlane do processo de abastecimento por cartão *kanban* de material do AMP

4.1.3 Método operativo

Tabela 6 – Método Operativo do *mizusumashi*

Estação	Descrição de operações		Operador
AMP	1	Parar na estação	Mizusumashi
	2	Retirar cartões <i>kanban</i> do suporte presente no trator	
	3	Separar cartões <i>kanban</i> por “Tipo de <i>picking</i> ”	
	4	Colocar cartões <i>kanban</i> “Empilhador” ou <i>AMP</i> ” no suporte	
	5	Trocar carro vazio por carro cheio	
	6	Arranque	
	7	Picking no armazém dos materiais	
	8	Deslocamento para a próxima estação	
Linhas com tapete de rolos	1	Paragem na estação	
	2	Trocar carro com material do AMP por um carro vazio	
	3	Retirar carro vazio do comboio	
	4	Levar carro para zona terminal do tapete de rolos	
	5	Transbordo do produto acabado	
	6	Colocar carro cheio no comboio	
	7	Retirar cartões <i>kanban</i> do quadro e colocar no suporte presente no trator	
	8	Arranque para próxima estação	
Linhas sem tapete de rolos	1	Paragem na estação	
	2	Trocar carro com material do AMP por um carro vazio	
	3	Trocar carro vazio por um carro com produto acabado	
	4	Retirar cartões <i>kanban</i> do quadro e colocar no suporte presente no trator	
	5	Arranque para próxima estação	
APA	1	Parar na estação	
	2	Retirar carros cheios e trocar por vazios	
	3	Deslocação até ao quadro e registar na folha de atividade os campos “Hora de passagem” e “Observações”	
	4	Arranque da nova volta	

4.1.4 Linha de embalagem de memoboards

Foi detetado que, e contrariamente às restantes linhas, a linha de embalagem de *memoboards* não tinha as condições necessárias para que fosse possível a recolha de produto acabado pelo *mizusumashi*. Atualmente, após o acondicionamento das caixas em palete, que ocorre numa plataforma elevatória identificada na Figura 24 pelo número 1, o operador da linha com o auxílio do *stacker* coloca a paleta no solo onde fica a aguardar por transporte para o APA. Assim, para contornar esta condicionante foi proposta uma alteração à linha que passa pela integração de um conjunto de rolos na plataforma elevatória, o que foi aceite pela empresa. Com esta alteração, o transbordo do produto acabado ocorrerá diretamente entre a plataforma e o carro de bordo de linha, sendo o operador da linha a executar esta tarefa. O *mizusumashi* desempenharia o método operativo definido para as linhas sem tapete de rolos, como definido na Tabela 5.

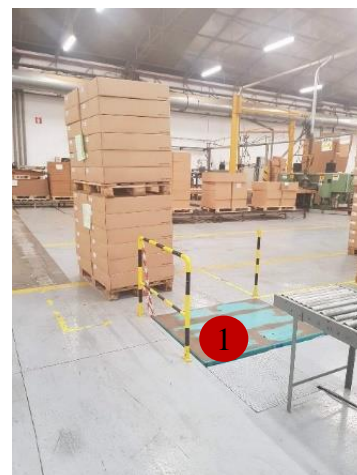


Figura 24 – Linha de embalagem de *memoboards*

4.1.5 Gestão visual

A utilização de ferramentas de gestão visual detém um papel fundamental como meio facilitador à implementação e ao cumprimento de trabalho *standard* pelo operador logístico bem como de suporte ao acompanhamento da sua atividade. Neste sentido, foi colocado um quadro na entrada do APA na zona dedicada à descarga dos carros cheios com produto acabado, na estação F. Na Figura 25 está representado o quadro mencionado que será, também, um mecanismo essencial para obtenção de dados para as métricas propostas e que serão abordadas na secção 4.4.

- Mapa do *layout* da fábrica com a rota e os locais de paragem marcados;
- O registo na ficha de registo de atividade do *mizusumashi* (ANEXO D);
- Fluxograma relativo ao processo de abastecimento por *kanban* de requisição;
- Fluxo de informação.

Nas tarefas a desempenhar na última estação do circuito está contemplada a do registo de algumas informações relativas à volta efetuada, na ficha de controlo de atividade. Nesta ficha, o operador logístico deverá declarar a hora em que efetua o registo e no campo denominado “observações” registar as paragens não programadas e os tempos e declarar ocorrências de quedas de produto.



Figura 25 – Quadro follow-up colocado na última estação da rota

4.1.6 Indicadores de Desempenho

Foram definidos um conjunto de indicadores considerados relevantes para a monitorização, controlo e medição do desempenho da atividade do comboio logístico. Estes deverão ser quantificados regularmente após a implementação do mesmo no chão de fábrica para controlo das variáveis operacionais e produtividade. Caso ocorram desvios, estes podem significar possíveis problemas, desencadeando medidas corretivas caso necessário. Paralelamente, permitem, também, uma contínua avaliação de oportunidades de melhoria associadas ao desempenho do comboio

Os indicadores selecionados enquadram-se em quatro óticas diferentes: qualidade (*quality*), custos (*cost*), motivação (*motivation*) e entrega (*Delivery*). Como fonte dos dados para cálculo dos KPI's selecionados, recorre-se às fichas de registo de atividade do *mizusumashi*.

Entrega

Como abordado no capítulo 2.5.2. a implementação de um comboio logístico implica a definição de um ciclo fixo de tempo. Como a hora de início de uma volta depende da volta precedente, os atrasos geram um impacto negativo na produtividade do comboio logístico. Para conseguir monitorizar este ciclo de tempo é necessário registar o número de voltas que o comboio logístico executa no horário previsto, dados recolhidos diariamente na ficha de registo de atividade do *mizusumashi*.

Fazendo este registo em paralelo com o número de ciclos efetuados num turno de trabalho, é possível medir a taxa de cumprimento do horário pela equação 4.2. O registo regular deste KPI pode, no conjunto de dados recolhidos, permitir analisar a evolução dos desvios que ocorrem no ciclo de operação do *mizusumashi*.

$$\text{Taxa de cumprimento horário} = \frac{\text{Número de voltas iniciadas no horário previsto}}{\text{Número total de voltas por turno}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Para medição dos tempos de operacionalidade do comboio logístico em relação ao total de tempo programado existe um registo das situações de paragens não programadas, o que permite calcular a disponibilidade (equação 4.3) do comboio logístico. Idealmente este valor deverá ser o mais aproximado dos 100%.

$$\text{Disponibilidade} = 1 - \frac{\sum \text{Tempos de paragem não programadas}}{\text{Número de dias} \times \text{duração do turno}} \times 100\% \quad (4.3)$$

Como medida de produtividade, a saturação (equação 4.4) permite quantificar e interpretar o volume de produto acabado que o *mizusumashi* está a conseguir operacionalizar:

$$\text{Taxa de saturação} = \frac{\sum \text{número de carros descarregados no APA}}{\text{Número de voltas realizadas} \times \text{número de carruagens}} \times 100\% \quad (4.4)$$

Qualidade

Os carros de bordo de linha não têm na sua estrutura um sistema que permita amarrar a carga ao mesmo. Por esta razão, fatores como a inclinação e o desnivelamento do piso em algumas zonas da rota ou a altura elevada das cargas são condições que podem desencadear uma possível queda da carga transportada. Este tipo de ocorrência deve ser reportada pelo *mizusumashi* que regista na ficha de registo de atividade (ANEXO D). Este indicador é medido pelo cálculo da taxa de acidentes como demonstrado na equação 4.5. Que representa a percentagem de ocorrência de quedas da carga transportada pelo comboio.

$$\text{Taxa de acidentes} = \frac{\text{Número de ocorrência de quedas da carga}}{\text{Número total de paletes transportadas}} \times 100\% \quad (4.5)$$

4.2 Projeto Segundo Mizusumashi

Seleção de tarefas

Segundo Coimbra (2013), a primeira etapa consiste na seleção de tarefas a atribuir ao *mizusumashi*. Esta seleção desenvolveu-se tendo por base o levantamento de dados, referidos no subcapítulo 3.6, obtido a partir das movimentações dos empilhadores de 6 setores. Posteriormente, analisando os dados recolhidos é possível observar padrões de movimentação de acordo com a origem e destino da viagem efetuada.

Como mencionado no capítulo anterior, o aproveitamento dos desperdícios que se geram ao longo do processo produtivo desempenham um papel relevante na atividade da fábrica. Por esta razão, parte das movimentações dentro da fábrica são dedicadas ao transporte dos desperdícios para os armazéns dedicados onde aguardam para serem novamente reincorporados no processo, iniciando-se a transformação na trituração para a obtenção do granulado. A partir da análise dos fluxos logísticos foram detetados padrões de movimentação entre o total de setores estudados com os seguintes destinos: armazém de matéria-prima cortiça, caldeira e baias e lixo. Como materiais transportados entre estas áreas foram identificados e resumidos na Tabela 7.

Sendo estas movimentações comuns a todos os setores foram agregados à lista de tarefas do *mizusumashi*.

Além destes, foi atribuída ao *mizusumashi* a execução da tarefa de transporte de blocos aglomerados de cortiça com borracha (produto intermédio). Atualmente, como esquematizado na Figura 26, na etapa final da linha de aglomeração de blocos dá-se a desmoldagem, no qual o bloco é separado do molde, e acondicionado em palete. Uma paleta condiciona 6 blocos empilhados. Posteriormente, a paleta é transportada por empilhador para uma zona no mesmo setor onde permanecerá temporariamente. Se for produzida a referência de blocos com a maior cadência de produção são produzidos por cada turno aproximadamente 1,3 paletes por hora. A linha funciona a 3 turnos, pelo que ao fim de 24 horas encontram-se em *stock* aproximadamente 32 paletes. No final de cada dia o *stock* de paletes de produto intermédio é carregado para um camião, com recurso ao empilhador, que o transporta até ao local respetivo de armazenamento no exterior e faz o descarregamento, na zona 4.

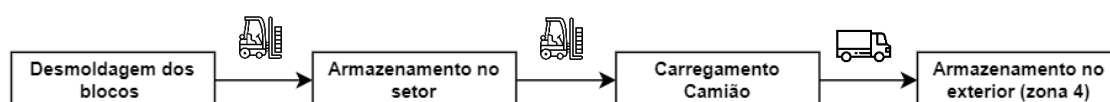


Figura 26 – Fluxograma do processo desde a desmoldagem até ao armazenamento dos blocos.

A necessidade de recorrer a um camião subcontratado para fazer esta última movimentação justifica-se pela significativa distância entre estes dois locais, cerca de 320 metros. Esta solução acarreta vantagens para a empresa permitindo evitar o transporte por empilhador do produto intermédio que decorreria paleta a paleta, o que se traduziria em desperdícios:

- Transporte em vazio por movimentos de ida e volta;
- Redução do tempo despendido pelos operadores para executar a tarefa, lembrando que no setor em que se integra a linha em estudo não existem operadores exclusivamente dedicados à realização de tarefas logísticas.

Embora o método atual evite a ocorrência dos desperdícios referidos conduz, no entanto, a que haja uma ocupação adicional de espaço no setor e movimentos desnecessários. Isto porque, primeiramente, o produto intermédio é acumulado por um período de tempo de 24 horas até ocorrer o transporte. Segundo, a mesma paleta é manuseada mais vezes do que se

saísse diretamente da linha para o armazém no exterior. Numa perspetiva financeira, a empresa incorre, também, em custos acrescidos pelo arrendamento do camião.

Além dos movimentos referidos, foram adicionados à lista de tarefas movimentações entre o armazém de blocos aglomerados de cortiça e a produção, bem como, o transporte de produtos entre algumas linhas dos setores. Os fluxos agregados na lista de tarefas do *mizusumashi* podem ser visualizados no ANEXO B, identificados por um “x” na coluna “*Mizusumashi*”

Tabela 7 – Tempo de movimentação em algumas das tarefas atribuídas ao *mizusumashi*.

Destino/Origem	Material	Tempo total de movimentação (h)
Armazém de matéria-prima cortiça	Desperdícios de cortiça aglomerada na forma de aparas, placas e granulado	5
Setor DS	Desperdícios de cortiça aglomerada com borracha na forma de aparas e placas	0,6
Caldeira	Paletes danificadas	3
Lixo	Resíduos não aproveitáveis para reincorporar na produção.	2,7
Baias	Resíduos tóxicos	1,4
Armazém de blocos de aglomerados de cortiça com borracha (zona 4)	Blocos aglomerados de cortiça com borracha	2,71
Armazém de matéria-prima cortiça (zona 3)	Blocos aglomerados de cortiça	3,20

Definição da Rota

Embora a implementação dos comboios logísticos reduza a taxa de utilização dos empilhadores e, por conseguinte, se preveja a redução de circulação dos mesmos pela fábrica, estes continuarão a ser necessários em tarefas logísticas não integradas nos comboios. Considerando este fator, foi essencial encontrar uma solução para a rota do segundo comboio logístico com o objetivo de precaver possíveis congestionamentos nos acessos e garantir, assim, o bom funcionamento da atividade de ambos os comboios.

Assim, para o desenho da rota circular no *layout* da fábrica foi considerado como principal requisito a atividade deste segundo comboio logístico evitar ao máximo interferir com a rota do primeiro, minimizando os pontos de interceção das rotas de ambos. Este facto fez com que se evitasse a definição da rota atravessando a zona crítica de passagem do primeiro comboio logístico, assinalada na Figura 27. A esta zona crítica soma-se o facto de neste local ocorrerem, também, descarregamento de material de camiões para o AMP.

Posteriormente, desenhou-se uma rota circular na planta da fábrica, tendo em conta os corredores com largura suficiente para a passagem do comboio logístico. Na Figura 27, além da zona crítica referida anteriormente está representada a rota definida pela linha tracejada, e as estações de paragem.

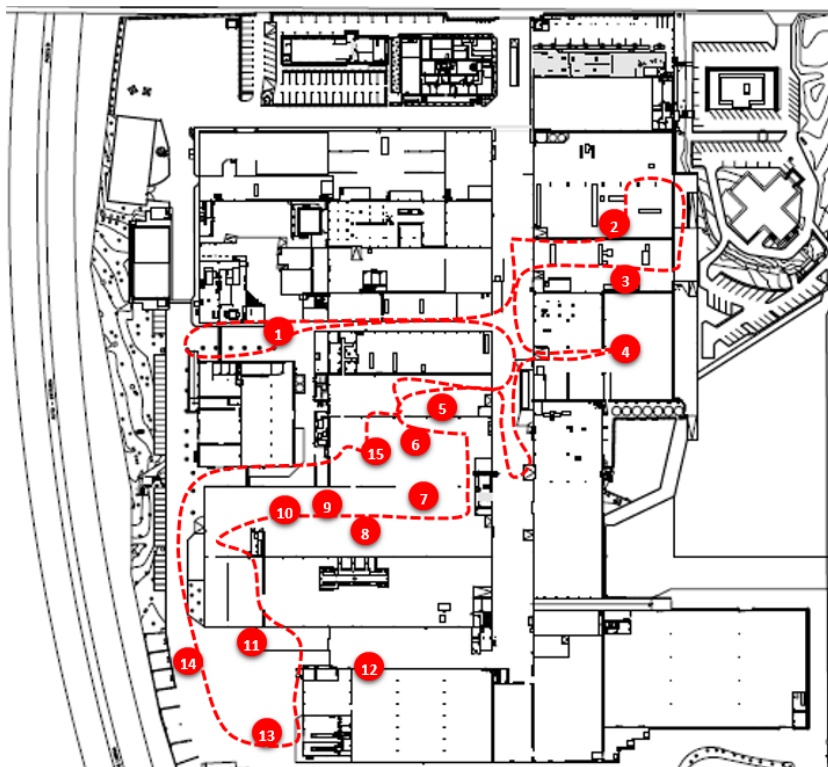


Figura 27 – Rota definida para o *mizusumashi*.

- | | |
|---|-------------------|
| 1 - Caldeira | 8 - Lixadora |
| 2 - Linha produção de blocos de aglomerados de cortiça com borracha | 9 - Seccionadora |
| 3 - Setor DS | 10 - CNC |
| 4 - Armazém de matéria-prima cortiça | 11- Cilindros 3D |
| 5 - Armazém de blocos de aglomerados de cortiça | 12 - Juntas |
| 6 - Laminadoras de blocos | 13 - Armazém 4 |
| 7 - Balancé | 14 – Baías e lixo |

Tipologia do comboio

Após a definição da rota para a circulação do comboio foi estudada a solução para a estrutura do comboio que melhor se adapta às necessidades.




Para a determinação do modelo de comboio adequado foram considerados alguns aspetos como as dimensões da carga e da unidade de carga a ser transportada, assim como, as condições do próprio percurso, pelas características do meio em que se insere e às quais o comboio deverá estar perfeitamente adaptado.

Foi necessário ter em consideração que parte do percurso ocorre no exterior da fábrica, algumas estações estão localizados em zonas ao ar livre. O piso de circulação nestas zonas não se encontra nivelado, em consequência da circulação diária de camiões e do desgaste prolongado ao longo dos anos. Por estes fatores, é necessário garantir que a estrutura do comboio esteja perfeitamente adaptada às condições exteriores, nomeadamente ao estado do piso.

Unidade de movimentação

Como descrito na secção 3.3 existem vários tipos de unidades de carga utilizados no transporte de materiais e produtos, podendo esse facto ser observado no levantamento de dados, presente no ANEXO B. Esta situação levou à necessidade de planear um método de normalização da unidade de carga a usar para o acondicionamento dos materiais que irão ser movimentados pelo *mizusumashi*. Optou-se por definir as unidades de carga consoante o destino do material que armazena. Ou seja, consoante os destinos finais serão utilizados recipientes diferentes que auxiliam o *mizusumashi* na identificação do conteúdo e do destino da carga.

Tabela 8 – Unidade de carga a utilizar consoante o destino da carga

Destino	Unidade de carga	Ilustração
Caldeira	Carro de bordo de linha	
Movimentações produtos intermédios entre linhas produtivas	Carro de bordo de linha	
Armazém de blocos aglomerados de cortiça	Carro de bordo de linha	
Armazém de blocos de aglomerados de cortiça com borracha	Carro de bordo de linha	
Descarte de resíduos (lixo e baias)	Contentor	
Armazém de matéria-prima cortiça	Cesto de plástico branco com identificação	
Setor DS	Cesto de plástico branco com identificação	

Ganhos

Após a agregação das tarefas seleccionadas, descritas nos pontos anteriores, procedeu-se à análise quantitativa dos resultados. Num total de 70 horas de tempo de movimentação dos empilhadores, foi transferido para a atividade do *mizusumashi* 30,68 horas. Ou seja, ocorreu uma redução de 43% no tempo despendido pelos empilhadores nas tarefas logísticas seleccionadas, como resumido na Tabela 9.

Tabela 9 – Redução percentual do tempo global de movimentação dos empilhadores pela atribuição de tarefas ao *mizusumashi*.

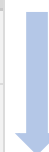
Tempo Total em movimentações para realização de tarefas logísticas (h)	Antes	Depois	Redução
Empilhadores	69,6	40,1	43%



Este comboio logístico permitiu, assim, reduzir tempo dos operadores a desempenhar tarefas logísticas. Isto porque, algumas tarefas logísticas passam a ser executadas pelo *mizusumashi* e não pelos operários, permitindo evitar paragens produtivas e dedicarem-se mais tempo, exclusivamente, às atividades que acrescentam valor. Na Tabela 10 apresentam-se as reduções que se obtêm nos tempos de movimentação realizados por operadores logísticos, ou seja, com a exclusiva função de desempenhar tarefas logísticas, e operadores não dedicados - operadores das máquinas - sendo respetivamente 40% e 48%.

Tabela 10 – Redução do tempo de movimentação pela atribuição de tarefas ao *mizusumashi* por tipo de operador

Tempo Total em movimentações para realização de tarefas logísticas (h)	Antes	Depois	Redução
Operadores logísticos	46,4	27,5	40%
Operadores das máquinas	23,3	12,1	48%



Outros resultados quantificados e que representam ganhos ou acréscimos de valor para o fluxo de logística interna são:

- Libertação de 12 m² no setor em que insere a linha de produção do produto intermédio – derivado da eliminação da ocupação temporária do produto intermédio após a desmoldagem e até à transferência para o armazém exterior no final de cada dia;
- Redução do tráfego na fábrica e a eliminação do transporte em vazio;
- Melhorias na organização do *gemba* pela normalização e promoção da gestão visual com a uniformização da unidade de armazenagem na movimentação de resíduos e desperdícios.

Em termos financeiros, o *mizusumashi* permite eliminar, também, o custo da subcontratação dos serviços de uma empresa externa para proceder ao transporte diário do produto intermédio desde o setor onde é produzido até ao local respetivo de armazenamento. Atualmente, o custo fixo apurado em que a empresa incorre com este serviço é de 12,5€/viagem. Considerando que o camião acondiciona 8 paletes por viagem, a empresa tem um custo anual de aproximadamente 8 250 €. Valor que com a implementação do *mizusumashi*, poderá ser direcionado para o investimento feito.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

O trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação inseriu-se no projeto de implementação de dois comboios logísticos, o primeiro dos quais já em execução na empresa, enquanto o segundo foi iniciado de raiz.

No que se refere ao projeto do primeiro comboio logístico, tendo em conta o dimensionamento do comboio anteriormente definido pela empresa, procedeu-se à redefinição da rota e tempo de ciclo. A definição dos fluxos de informação passou pela definição de cartões *kanban* a adotar nas linhas de produção para desencadear o abastecimento bem como do método desde para a realização do *picking* dos materiais no armazém de matéria-prima não cortiça. Como meio facilitador à implementação futura e ao cumprimento do método operativo foram criadas ferramentas de gestão visual. Foram também desenvolvidos KPI's para utilização a quando da implementação do *mizusumashi* no *gemba*.

Relativamente ao projeto do segundo comboio logístico, este foi elaborado de raiz a partir do levantamento de dados efetuado. As tarefas atribuídas ao *mizusumashi* permitem estimar em 43% a redução do tempo despendido pelos empilhadores nas movimentações que foram registadas. Do tempo despendido em movimentações pelos empilhadores, obtiveram-se reduções de 40% na execução de tarefas até então executadas por operadores exclusivamente dedicados a essa função, ou seja, operadores logísticos, bem como uma redução de 48% do tempo despendido por operadores das próprias máquinas. Esta situação é uma mais valia na redução de paragens produtivas, pois estes passam a dedicar-se exclusivamente às atividades que acrescentam valor. Adicionalmente, foram contabilizados outros ganhos relacionados com a libertação de espaço de cerca de 12 m² no setor produtivo de blocos de aglomerados de cortiça com borracha bem como a eliminação de um custo anual de 8250€ para o transporte de produto intermédio do setor produtivo para o respetivo armazém.

Quanto ao trabalho futuro, o primeiro comboio logístico irá entrar em fase de testes no chão de fábrica pelo que vai ser necessário realizar a monitorização, o controlo e a medição do desempenho da sua atividade pela aplicação dos KPI's definidos no projeto.

Relativamente ao segundo comboio logístico por forma a dar continuidade aos pontos já definidos no projeto futuramente será necessário criar locais próprios para os pontos de entrega e dimensioná-los, definir tempo de ciclo e quando em fase de testes monitorizar e controlar o desempenho.

Referências

- Baudin, Michael. 2004. *Lean Logistics: The nuts and bolts of delivering materials and goods*. New York: Productivity Press.
- Coimbra, Euclides. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. New York: McGraw-Hill Education.
- Dennis, Pascal. 2005. *Lean Production Simplified*. New York: Productivity Press.
- Eaidgah, Youness., Maki, Alireza Arab, Kurczewski, Kylie e Abdekhodae, Amir. 2016. Visual management, performance management and continuous improvement: a lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187-210.
- Jacobs, Robert e Chase, Richard. 2010. *Operations and Supply Chain Management*. McGraw Hill Education.
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. 2ª Ed. McGraw Hill Education.
- Imai, Masaaki. 1986. *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw Hill Education.
- Lean Enterprise Institute. 2008. *Lean lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Cambridge, USA.
- Liker, Jeffrey. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Melton, Trish. 2005. The Benefits of Lean Manufacturing – What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83 (6), 662-673.
- Monden, Yasuhiro. 1994. *Toyota Production System: Practical Approach to Production Management*. Engineering & Management Press.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.
- Pinto, João Paulo. 2014. *Pensamento Lean. A filosofia das Organizações Vencedoras*. 6ª Ed. Lisboa: Lidel – Edições Técnicas. Lda
- Shamah, Rania. 2013. Measuring and building lean thinking for value creation in supply chains. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4, 17-35.
- Stewart, John. 2011. *The Toyota Kaysen Continuum: a Practical Guide to implementing Lean*. London/New York: CRC Press.
- Tezel, Algan; Koskela, Lauri e Tzortzopoulos, Patricia. 2009. The functions of Visual Management. *In International Research Symposium*, Salford, UK.
- Tomino, Takahiro; Park, Youngwon; Hong, Paul e Roh, James. 2009. *Market Flexible Customizing System of Japanese Vehicle Manufacturers: An analysis of Toyota, Nissan and Mitsubishi*. *International Journal of Production Economics*, 118 (2), 375-386.
- Womack, James e Jones, Daniel. 2005. *Lean Solutions: How Companies and Costumers Can Create Value and Wealth Together*.
- Womack, James. e Jones, Daniel. 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, James; Jones, Daniel e Roos, Daniel. 1990. *The Machine That Changed The World*. New Jersey: Simon & Schuster.

ANEXO A: Análise ABC do consumo dos diferentes tipos de paletes

	Consumos registados (un)	Frequência (%)	Frequência Acumulada (%)	Análise ABC	Total (Paletes)
PALETE HT 1280x950x131mm	25460,999	26,53	26,53	A	7
PALETE HT 1000x1000x131mm	18682	19,47	46,00	A	
PALETE HT 1150x760mm	11396	11,88	57,88	A	
PALETE HT 1200x800 "EURO"	7076	7,37	65,25	A	
PALETE HT 1100x1100x131	7069,98	7,37	72,62	A	
PALETE HT 900x900x131	5506	5,74	78,36	A	
PALETE HT 1200x800	5278,184	5,50	83,86	A	
PALETE HT 1260x980x150mm	3549	3,70	87,56	B	4
PALETE HT 935x635x131	3254	3,39	90,95	B	
PALETE HT 1200x1000	1461	1,52	92,47	B	
PALETES 1285x 680x140	1363	1,42	93,89	B	
PALETE HT 1280x770x131 mm	1357	1,41	95,30	C	15
PALETE 1287x1050x140	1037	1,08	96,38	C	
PALETE HT 1200x1200	855	0,89	97,28	C	
PALETE HT 1287x1050x75 mm	581	0,61	97,88	C	
PALETE HT 1000x1000x75	519	0,54	98,42	C	
PALETE 1120x560x140	407	0,42	98,85	C	
PALETE HT 2000x1000	260	0,27	99,12	C	
PALETE HT 1520x760	249	0,26	99,38	C	
PALETE HT 3050x915	240	0,25	99,63	C	
PALETE HT 1500x1000	111	0,12	99,74	C	
PALETE HT 1500x800x131 mm	82	0,09	99,83	C	
PALETE HT 2520x1260x140	75	0,08	99,91	C	
PALETE HT 3000x1270x140	68	0,07	99,98	C	
PALETE HT 1500X1200	20	0,02	100,00	C	
PALETE HT 1850x1260x144	3	0,00	100,00	C	

ANEXO B: Levantamento de dados obtidos pelo registo das movimentações de empilhadores

Operador Dedicado	Movimento em layout	Tipo de Material	Distância one way (metros)	Unidade de Movimentação	Origem	Destino	Retorno em Vazio?	# Média Movimentos Efetuados na observação	# Turnos	Quantidade de Movimentada (un)	Frequência por hora	Frequência a*Turno	Tempo viagem (min)	Tempo carga (h)	Tempo Descarga (h)	Tempo Total (h)	Mizusumashi
Sim	R7	Adesivo com malha	235	Paletes	Armazém	Laminação	Sim	1	2	1	0,1	2	6,38	0,50	1,00	0,24	
Sim	R9	3D	132	Paletes	APA	Lixagem	Sim	4	2	1	0,6	8	3,58	0,50	1,00	0,50	
Sim	R8	Cortiça	243	Paletes	Laminação	MEIS	Sim	1	2	1	0,1	2	6,60	0,50	1,00	0,24	
Sim	R9	3D	132	Paletes	Lixagem	APA	Sim	7	2	1	1,0	14	3,58	0,50	1,00	0,86	
Sim	R3	Caixas	118	Paletes	Armazém	Memobords	Sim	5	3	1	0,7	15	3,20	0,50	1,00	0,83	
Sim	R10	Cartão	19	Paletes	Prateleiras	Serra	Sim	4	2	1	0,6	8	0,52	0,50	1,00	0,09	
Sim	R11	Mudança de Big-Bags	210	Big Bag	Memos	Juntas	Sim	2	2	1	0,3	4	5,70	0,50	1,00	0,41	
Sim	R12	Embalagem paletes	200	Paletes	Memos	Juntas	Sim	4	2	1	0,6	8	5,43	0,50	1,00	0,75	x
Sim	R2	Marcadores, pinos, giz	118	Paletes	Armazém	Memos	Sim	5	3	1	0,7	15	3,20	0,50	1,00	0,83	
Sim	R13	Placas de cortiça	68	Paletes	Recepção	Balancé	Sim	2	2	1	0,3	4	1,85	0,50	1,00	0,15	x
Sim	R14	Placas de cortiça	283	Paletes	Recepção	Laminação	Sim	2	2	1	0,3	4	7,68	0,50	1,00	0,54	x
Sim	R15	Placas de juntas	188	Paletes	Juntas	CNC	Sim	2	2	1	0,3	4	5,10	0,50	1,00	0,37	x
Sim	R16	Bancos Ikea	229	Paletes	Serra Juntas	Fresas	Sim	4	2	1	0,6	8	6,22	0,50	1,00	0,95	x
Sim	R17	Ripa de 900	24	Paletes	Prateleiras	Memos	Sim	5	3	1	0,7	15	0,65	0,50	1,00	0,19	
Sim	R17	Ripa de 600	24	Paletes	Prateleiras	Memos	Sim	4	3	1	0,6	12	0,65	0,50	1,00	0,16	
Sim	R18	Desperdícios de borracha	106	Contentor	Juntas	DS	Sim	6	2	1	0,9	12	2,88	0,50	1,00	0,60	x
Sim	R19	Kits	75	Paletes	Borracha	Juntas	Sim	1	2	1	0,1	2	2,04	0,50	1,00	0,09	x
Sim	R20	Ápára de cortiça	127	cesto	Balancé	Armazém de cortiça	Sim	4	2	1	0,6	8	3,45	0,50	1,00	0,48	x
Sim	R69	Kit de juntas	118	Paletes	Juntas	Embalagem 698	Sim	3	2	1	0,4	6	3,20	0,50	1,00	0,35	
Sim	R4	Cartão	164	Paletes	Armazém	Prensa	Sim	5	2	1	0,7	10	4,45	0,50	1,00	0,77	
Sim	R21	Embalagem 305	100	Paletes	Balancé	AMP	Sim	4	2	1	0,6	8	2,71	0,50	1,00	0,39	
Sim	R22	Ápára de cortiça	57	cesto	Laminação	Armazém de cortiça	Sim	2	2	1	0,3	4	1,55	0,50	1,00	0,13	x
Sim	R23	Ápáras variadas	253	cesto	Serra	Caldeira	Sim	3	2	1	0,4	6	6,87	0,50	1,00	0,71	x
Sim	R24	9436	25	Paletes	Prensa	Lixagem	Sim	3	2	1	0,4	6	0,68	0,50	1,00	0,09	
Sim	R25	9436	54	Paletes	Lixagem	Parafina	Sim	3	2	1	0,4	6	1,47	0,50	1,00	0,17	
Sim	R26	Cartão	36	Paletes	Prateleiras	Prensa	Sim	3	2	1	0,4	6	0,98	0,50	1,00	0,12	
Sim	R27	3D	156	Paletes	CHC	Lixagem	Sim	8	2	1	1,1	16	4,23	0,50	1,00	1,15	x
Sim	R28	3D	37	Paletes	Arrumação 3D	Lixagem	Sim	6	2	1	0,9	12	1,00	0,50	1,00	0,23	
Sim	R10	Cartão, placas	19	Paletes	Prateleiras	Seccionadora	Sim	5	2	1	0,7	10	0,52	0,50	1,00	0,11	
Sim	R29	Cartão	36	Paletes	Prensa	Prateleiras	Sim	2	2	1	0,3	4	0,98	0,50	1,00	0,09	
Sim	R9	3D	132	Paletes	Lixagem	APA	Sim	7	2	1	1,0	14	3,58	0,50	1,00	0,86	
Sim	R3	Caixas	118	Paletes	Armazém	Trivets	Sim	1	2	1	0,1	2	3,20	0,50	1,00	0,13	
Sim	R30	Rolos	71	Paletes	Laminação	Laminação	Sim	4	2	1	0,6	8	1,93	0,50	1,00	0,28	

Melhoria da logística interna com recurso a comboios logísticos na indústria de aglomerados de cortiça

Operador Dedicado	Movimento em layout	Tipo de Material	Distância one way (metros)	Unidade de Movimentação	Origem	Destino	Retorno em Vazio?	# Média Movimentos Efetuados na observação	# Turnos	Quantidade de Movimentada (un)	Frequência por hora	Frequência a Turno	Tempo viagem (min)	Tempo carga (h)	Tempo Descarga (h)	Tempo Total (h)	Mizusumashi
Sim	R30	Rolos	71	Paletes	Laminação	Laminação	Sim	4	2	1	0,6	8	1,93	0,50	1,00	0,28	
Sim	R9	3D	132	Paletes	Lixagem	APA	Sim	5	2	1	0,7	10	3,58	0,50	1,00	0,62	
Sim	R31	Amstras	139	Paletes	Trivets	APA	Sim	2	2	1	0,3	4	3,77	0,50	1,00	0,28	
Sim	R32	Paletes vazias	115	Paletes	Armazem	Memos	Sim	4	3	1	0,6	12	3,12	0,50	1,00	0,65	
Sim	R33	Rolos	293	Paletes	Laminação	APA	Sim	2	2	1	0,3	4	8,12	0,50	1,00	0,57	
Sim	R34	Placas	12	Paletes	Prensa	Prensa	Sim	5	2	1	0,7	10	0,33	0,50	1,00	0,08	
Sim	R20	Lixo	128	Contentor	Balance	Armazém de cortiça	Sim	3	2	1	0,4	6	3,47	0,50	1,00	0,37	x
Sim	R17	Cartão	25	Paletes	Prateleiras	Memos	Sim	5	3	1	0,7	15	0,68	0,50	1,00	0,19	
Sim	R2	Caixas	118	Paletes	Memos	AMP	Sim	1	2	1	0,1	2	3,20	0,50	1,00	0,13	
Sim	R35	Placas	38	Paletes	Laminação	Balançoé	Sim	3	2	1	0,4	6	1,03	0,50	1,00	0,13	
Sim	R36	Placas	61	Paletes	Prateleiras	Balançoé	Sim	2	2	1	0,3	4	1,66	0,50	1,00	0,14	
Sim	R23	Aparas diversas	254	cesto	Seccionadora	Caldeira	Sim	6	2	1	0,9	12	6,89	0,50	1,00	1,40	x
Sim	R25	Placas	54	Paletes	Lixagem	Parafina	Sim	4	2	1	0,6	8	1,47	0,50	1,00	0,22	
Sim	R17	Ripa	25	Paletes	Prateleiras	Memos	Sim	2	3	1	0,3	6	0,68	0,50	1,00	0,09	
Sim	R37	Placas	28	Paletes	Armazem 88	CNC	Sim	2	2	1	0,3	4	0,76	0,50	1,00	0,08	
Sim	R38	305 (Embalagem com filme)	88	Paletes	Balance	CNM	Sim	2	2	1	0,3	4	2,39	0,50	1,00	0,18	x
Sim	R39	Cantoneiras e diversos	120	Paletes	Armazem	Balançoé	Sim	3	2	1	0,4	6	3,26	0,50	1,00	0,35	
Sim	R4	Cartão	165	Paletes	Armazem	Prensa	Sim	2	2	1	0,3	4	4,48	0,50	1,00	0,32	
Sim	R40	Placas	134	Paletes	Seccionadora	CHC	Sim	1	2	1	0,1	2	3,64	0,50	1,00	0,15	x
Sim	R41	Pegas	229	Paletes	CNC	Fresa TPV	Sim	3	2	1	0,4	6	6,22	0,50	1,00	0,65	x
Sim	R42	Caixas	178	Paletes	Armazem	CNC	Sim	1	2	1	0,1	2	4,83	0,50	1,00	0,19	
Sim	R43	Placas	51	Paletes	Parafina	Seccionadora	Sim	6	2	1	0,9	12	1,38	0,50	1,00	0,30	
Sim	R44	3D	12	Paletes	Lixagem	Lixagem	Sim	4	2	1	0,6	8	0,33	0,50	1,00	0,07	
Sim	R45	Pegas	46	Paletes	CNC	Embalagem	Sim	4	2	1	0,6	8	1,25	0,50	1,00	0,19	
Sim	R46	Placas	114	Paletes	CNM	Embalagem	Sim	1	2	1	0,1	2	3,09	0,50	1,00	0,13	x
Sim	R29	Blocos	36	Paletes	Lixagem	CNC	Sim	2	2	1	0,3	4	0,98	0,50	1,00	0,09	
Sim	R47	Placas	12	Paletes	Parafina	Parafina	Sim	1	2	1	0,1	2	0,33	0,50	1,00	0,04	
Sim	R25	Placas	54	Paletes	Lixagem	Parafina	Sim	3	2	1	0,4	6	1,47	0,50	1,00	0,17	
Sim	R50	Placas	41	Paletes	Lixagem	Balançoé	Sim	1	2	1	0,1	2	1,11	0,50	1,00	0,06	
Sim	R48	Placas	81	Paletes	Laminação	Prensa	Sim	1	2	1	0,1	2	2,20	0,50	1,00	0,10	x
Sim	R49	Placas	23	Paletes	Lixagem	Embalagem	Sim	2	2	1	0,3	4	0,62	0,50	1,00	0,07	
Sim	R51	Placas	28	Paletes	Prensa	Seccionadora	Sim	6	2	1	0,9	12	0,76	0,50	1,00	0,18	
Sim	R52	Placas	42	Paletes	Balance	Prensa	Sim	1	2	1	0,1	2	1,14	0,50	1,00	0,06	
Sim	R53	Placas	110	Paletes	Parafina	Adesivagem	Sim	2	2	1	0,3	4	2,99	0,50	1,00	0,22	x
Sim	R54	Placas	62	Paletes	Armazem	Adesivagem	Sim	1	2	1	0,1	2	1,68	0,50	1,00	0,08	
Sim	R55	Placas	19	Paletes	Lixagem	Seccionadora	Sim	1	2	1	0,1	2	0,52	0,50	1,00	0,04	
Sim	R56	Placas	138	Paletes	Armazem	Parafina	Sim	1	2	1	0,1	2	3,75	0,50	1,00	0,15	
Sim	R57	Placas	12	Paletes	Seccionadora	Seccionadora	Sim	1	2	1	0,1	2	0,33	0,50	1,00	0,04	
Sim	R58	Juntas	175	Paletes	Juntas	APA	Sim	1	2	1	0,1	2	4,75	0,50	1,00	0,18	

Melhoria da logística interna com recurso a comboios logísticos na indústria de aglomerados de cortiça

Operador Dedicado	Movimento em layout	Tipo de Material	Distância one way (metros)	Unidade de Movimentação	Origem	Destino	Retorno em Vazio?	# Média Movimentos Efetuados na observação	# Turnos	Quantidade de Movimentada (un)	Frequência por hora	Frequência*Turno	Tempo viagem (min)	Tempo carga (h)	Tempo Descarga (h)	Tempo Total (h)	Mizusumas hi
Sim	R58	Juntas	175	Paletes	Juntas	APA	Sim	1	2	1	0,1	2	4,75	0,50	1,00	0,18	
Sim	R8	Placas, rolos	243	Paletes	Laminação	Juntas	Sim	4	2	1	0,6	8	6,60	0,50	1,00	0,90	x
Sim	R59	Placas	94	Paletes	Guilhotina	Fresa TPV	Sim	2	2	1	0,3	4	2,55	0,50	1,00	0,20	x
Sim	R60	Material jato de água etc	44	Paletes	Armazém	Juntas	Sim	3	2	1	0,4	6	1,19	0,50	1,00	0,14	
Sim	R61	Chapas	52	Paletes	Prateleiras	Memos	Sim	1	2	1	0,1	2	1,41	0,50	1,00	0,07	
Sim	R62		47	Paleta oversize	Armazém (Prensa)	Prensa (Armazém)	Sim	4	2	1	0,6	8	1,28	0,50	1,00	0,20	
Sim	R63	Serigrafia etc	83	Paletes	Armazem	Guilhotina	Sim	1	2	1	0,1	2	2,25	0,50	1,00	0,10	
Sim	R64	Placas	54	Paletes	Balance	Seccionadora	Sim	1	2	1	0,1	2	1,47	0,50	1,00	0,07	
Sim	R38	Rolos	88	Paletes	Balance	Embalagem CNM	Sim	2	2	1	0,3	4	2,39	0,50	1,00	0,18	x
Sim	R65	Levar apara	245	cesto	CNC	Armazém de cortiça	Sim	1	2	1	0,1	2	6,65	0,50	1,00	0,25	x
Sim	R66	Tintas, verniz, panfletos, f	245	Paletes	Armazém	Pintura	Sim	1	2	1	0,1	2	6,65	0,50	1,00	0,25	
Sim	R67	Placas, rolos	215	Paletes	Juntas	Prensa	Sim	1	2	1	0,1	2	5,84	0,50	1,00	0,22	x
Sim	R68	Placas	27	Paletes	Armazem	CNC	Sim	1	2	1	0,1	2	0,73	0,50	1,00	0,05	
Sim	R69	Rolos	118	Paletes	Juntas	Embalagem CNM	Sim	2	2	1	0,3	4	3,20	0,50	1,00	0,24	x
Sim	R70	Cartão	98	Paletes	Prensa	Lixo	Sim	2	2	1	0,3	4	2,66	0,50	1,00	0,20	x
Sim	R71	Placas	18	Paletes	Seccionadora	Lixagem	Sim	3	2	1	0,4	6	0,49	0,50	1,00	0,07	
Sim	R72	Paletes com material	80	Paletes	Lixagem	Lixo	Sim	2	2	1	0,3	4	2,17	0,50	1,00	0,17	x
Sim	R73	Aparas de cortiça	130	Paletes	Fresas TPV	Lixo	Sim	3	2	1	0,4	6	3,53	0,50	1,00	0,38	x
Sim	R10	Placas	19	Paletes	Seccionadora	Prateleiras	Sim	3	2	1	0,4	6	0,52	0,50	1,00	0,08	
Sim	R74	Filme	18	Paletes	Prateleiras	Memos	Sim	2	3	1	0,3	6	0,49	0,50	1,00	0,07	
Sim	A	---	58	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	Serra Fita	Sim	4	2	2	0,6	8	1,57	0,50	1,00	0,23	x
Sim	B	---	29	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	Retificadora	Sim	6	3	2	0,9	18	0,79	0,50	1,00	0,26	x
Sim	C	---	68	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	Laminadoras	Sim	5	2	2	0,7	10	1,85	0,50	1,00	0,33	x
Sim	D	---	122	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	Lixadora	Sim	4	2	2	0,6	8	3,31	0,50	1,00	0,47	x
Sim	E	---	122	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	Laminadora 13	Sim	2	2	2	0,3	4	3,31	0,50	1,00	0,25	
Não	F	---	57	Paleta 980x1280	Serra de blocos	Lixadora	Sim	7	1	1	1,0	7	1,55	0,50	1,00	0,21	x
Sim	G	---	41	Paleta 980x1280	Lixadora	Embalagem	Sim	4	2	1	0,6	8	1,11	0,50	1,00	0,17	x
Sim	H	---	43	Paleta 980x1280	Retificadora	Lixadora	Sim	3	2	1	0,4	6	1,17	0,50	1,00	0,14	
Sim	I	---	185	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	APA	Sim	4	3	2	0,6	12	5,02	0,50	1,00	1,03	
Sim	J	---	89	Paleta 980x1280	Armazém de Blocos	Retificadora	Sim	5	3	2	0,7	15	2,42	0,50	1,00	0,63	x
Sim	K	---	136	Contentor	Despoeiramentos	Armazém de cortiça	Sim	4	3	1	0,6	12	3,69	0,50	1,00	0,76	x
Sim	L	---	49	Cilindros	Aglomerado Cilindros	Estabilização Avenida	Sim	30	3	2	4,3	90	1,33	0,50	1,00	2,02	
Sim	M	---	61	Cilindros	Estabilização Avenida	Laminadoras Rolos	Sim	30	3	2	4,3	90	1,66	0,50	1,00	2,51	

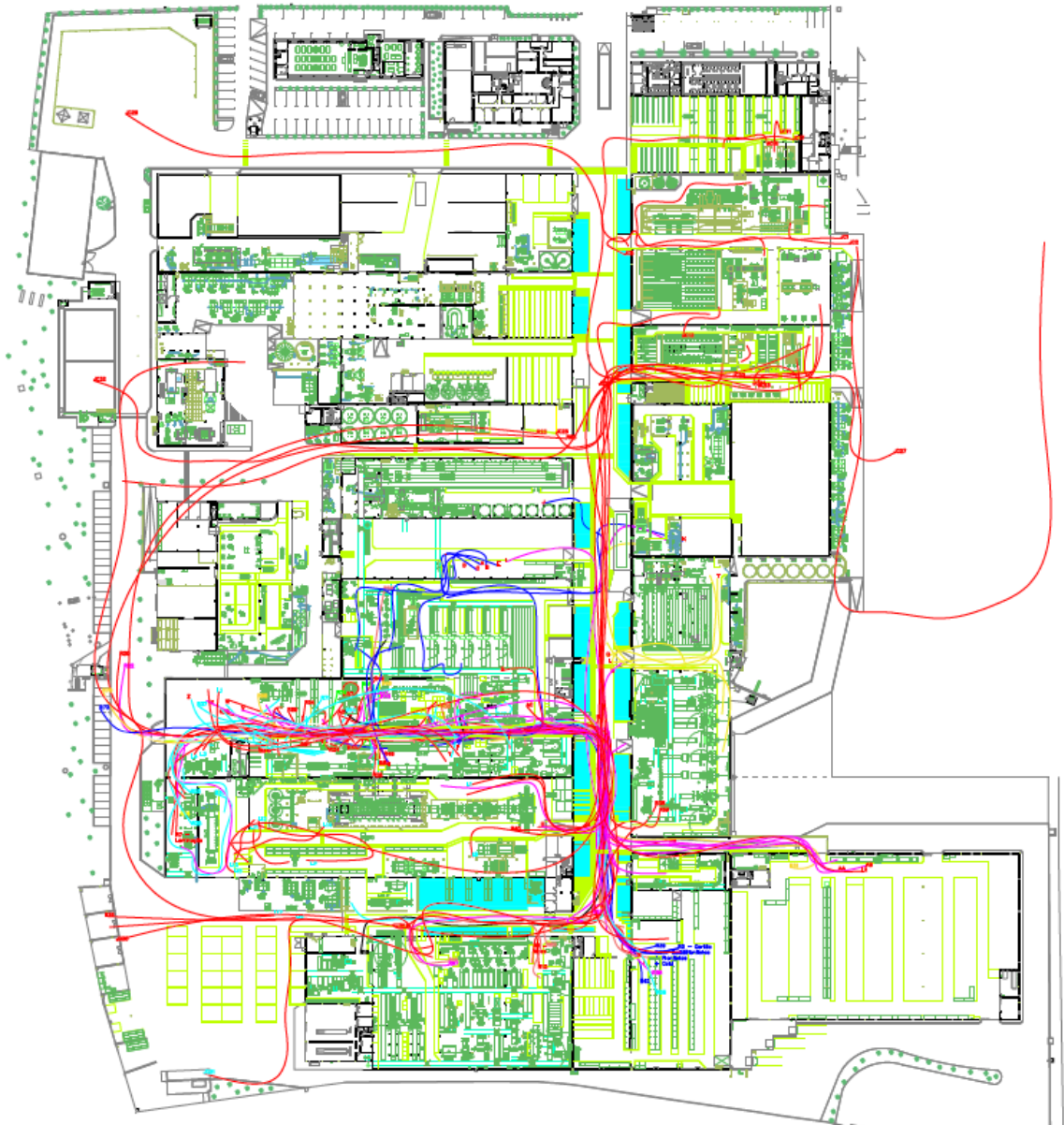
Melhoria da logística interna com recurso a comboios logísticos na indústria de aglomerados de cortiça

Operador Dedicado	Movimento em layout	Tipo de Material	Distância one way (metros)	Unidade de Movimentação	Origem	Destino	Retorno em Vazio?	# Média Movimentos Efetuados na observação	# Turnos	Quantidade de Movimentada (un)	Frequência por hora	Frequência a Turno	Tempo/viagem (min)	Tempo carga (h)	Tempo Descarga (h)	Tempo Total (h)	Mizusumas hi
Sim	M	---	61	Cilindros	Estabilização Avenida	Laminadoras Rolos	Sim	30	3	2	4,3	90	1,66	0,50	1,00	2,51	
Sim	N	---	79	Cilindros	Estabilização Avenida	Mini Rolos	Sim	5	3	2	0,7	15	2,14	0,50	1,00	0,56	
Sim	O	---	123	Contentor	Mini Rolos	Armazém de cortiça	Sim	5	3	1	0,7	15	3,34	0,50	1,00	0,86	
Sim	P	---	103	Contentor	Laminagem de Rolos	Armazém de cortiça	Sim	5	3	1	0,7	15	2,80	0,50	1,00	0,72	x
Sim	Q	---	27	Paleta	Sheeter	Embalagem	Sim	6	3	1	0,9	18	0,73	0,50	1,00	0,24	
Sim	R	---	234	Variável	AMP	Mini Rolos	Sim	3	3	1	0,4	9	6,35	0,50	1,00	0,98	
Sim	S	---	57	Variável	AMP	Embalagem Rolos	Sim	5	3	1	0,7	15	1,55	0,50	1,00	0,41	
Sim	AC	---	105	Variável	AMP	Embalagem Placas	Sim	4	3	1	0,6	12	2,85	0,50	1,00	0,60	
Sim	T	---	59	Big Bag	Avenida	Tolbas alimentação Cilindros	Sim	20	3	1	2,9	60	1,60	0,50	1,00	1,63	
Sim	U	---	48	Paleta 980x1280	Laminagem de Rolos	Compork	Sim	5	2	1	0,7	10	1,30	0,50	1,00	0,24	
Sim	V	---	200	Paleta 700x1300	Compork	CNC	Sim	10	1	1	1,4	10	5,43	0,50	1,00	0,93	x
Sim	W	---	32	Paleta 700x1300	CNC	Lixadora	Sim	10	1	1	1,4	10	0,87	0,50	1,00	0,17	x
Sim	X	---	226	Paleta 700x1300	Lixadora	CNC	Sim	10	1	1	1,4	10	6,13	0,50	1,00	1,05	x
Sim	Y	---	93	Paleta 700x1300	CNC	Lixadora CNM	Sim	10	1	1	1,4	10	2,52	0,50	1,00	0,45	x
Sim	Z	---	138	Paleta 700x1300	Lixadora CNM	CNC	Sim	10	1	1	1,4	10	3,75	0,50	1,00	0,65	x
Sim	AA	---	226	Paleta 700x1300	CNC	APA	Sim	10	1	1	1,4	10	6,13	0,50	1,00	1,05	
Sim	AB	---	158	Paleta 980x1280	Lixadora	APA	Sim	2	2	1	0,3	4	4,29	0,50	1,00	0,31	
Sim	AD	---	45	Paleta 980x1280	Lixadora	CCS	Sim	3	2	1	0,4	6	1,22	0,50	1,00	0,15	x
Não	JC1		20				Sim	10	1	1	1,4	10	0,54	0,50	1,00	0,12	
Não	JC2		114				Sim	10	1	1	1,4	10	3,09	0,50	1,00	0,54	
Não	JC3		273				Sim	10	1	1	1,4	10	7,41	0,50	1,00	1,26	
Não	JC4		10				Sim	10	1	1	1,4	10	0,27	0,50	1,00	0,07	
Não	JC5		15		Saída Ply ups	Prensa Ply Ups	Sim	20	1	1	2,9	20	0,41	0,50	1,00	0,16	
Não	JC6		5		Saída Ply ups	Transporte Estufa	Sim	20	1	1	2,9	20	0,14	0,50	1,00	0,07	
Não	JC7		5		Saída Estufa	Prensa Ply Ups	Sim	20	1	1	2,9	20	0,14	0,50	1,00	0,07	
Não	JC8		5		Prensa Ply Ups	Enchimento Prensa PlyUps	Sim	20	1	1	2,9	20	0,14	0,50	1,00	0,07	
Não	JC9		5		Saída Estufa 5	Desmoldar linha cilindros	Sim	10	1	2	1,4	10	0,14	0,50	1,00	0,05	
Não	JC10		136		Saída Comx	Paleta Big Bag Armazem	Sim	20	2	1	2,9	40	3,69	0,50	1,00	2,49	
Não	JC11		13		Paleta Big Armazém	Plataforma Banbury	Sim	20	2	1	2,9	40	0,35	0,50	1,00	0,26	
Não	JC12		10		Linha 1	Stock ao Solo	Sim	32	3	1	4,0	96	0,27	0,50	1,00	0,46	x
Não	JC13		10		Stock ao Solo P1	P1	Sim	32	3	1		96	0,27	0,50	1,00	0,46	x
Não	JC14		320		camião	Stock ao Solo P1	Sim	3	1	1		3	8,69	0,50	1,00	0,46	x
Não	JC15		30		Stock ao Solo L1	Camião	Sim	32	3	1		96	0,81	0,50	1,00	1,33	
Não	JC16		30		Setup Moldes Cortantes		Sim	2	3	1	0,3	6	0,81	0,50	1,00	0,11	
Não	JC17		23		Setup Moldes Prensa Moldes		Sim	2	3	1	0,3	6	0,62	0,50	1,00	0,09	
Não	JC18		15		Abastecimento Big Bag		Sim	4	3	1	0,6	12	0,41	0,50	1,00	0,11	
Não	JC19		360		Produção	Lixo	Sim	3	3	1	0,4	9	9,77	0,50	1,00	1,49	x
Não	JC20		222		Produção	Caldeira	Sim	2	3	1	0,3	6	6,03	0,50	1,00	0,63	x
Não	JC21		395		Armazém Gás	Produção	Sim	1	1	1	0,1	1	10,72	0,50	1,00	0,20	x

Melhoria da logística interna com recurso a comboios logísticos na indústria de aglomerados de cortiça

Operador Dedicado	Movimen to em layout	Tipo de Material	Distância em metros	Unidade de Movimentação	Origem	Destino	Retorno em Vazio?	# Média Movimentos Efetuados na observação	# Turnos	Quantida de Moviment ada (un)	Frequênci a por hora	Frequênci a* Turno	Tempo/viagem (min)	Tempo carga (h)	Tempo Descarga (h)	Tempo Total (h)	Mizusumas hi
Não	JC21		395		Armazém Gás	Produção	Sim	1	1	1	0,1	1	10,72	0,50	1,00	0,20	x
Não	JC22		20		Armazém M/S	Produção	Sim	4	1	1	0,6	4	0,54	0,50	1,00	0,06	
Não	JC23		30	Big Bag	Trituração	Armazém Big Bags	Sim	14	4	1		56	0,81	0,50	1,00	0,79	
Não	JC24		31	Big Bag	Trituração	Armazém Big Bags	Sim		4	1	0,0	0	0,84	0,50	1,00	0,03	
Não	JC25		33	Big Bag	Big Bags	Camião Meladas	Sim	0	0	1	0,0	0	0,90	0,50	1,00	0,03	
Não	JC25		45	Blocos	Blocos DS	Avenida	Sim	20	4	1	2,9	80	1,22	0,50	1,00	1,65	
Não	JC26		5	Tampas	Transporte de Tampa	Transporte de Tampa	Sim	20	4	1	2,9	80	0,14	0,50	1,00	0,21	
Não	JC27		61	Big Bag	Pátio dos resíduos	Trituração	Sim	10	4	1	1,4	40	1,66	0,50	1,00	1,13	
Não	JC28		78	Contentor metálico	DS	BL	Sim	2	4	1	0,3	8	2,12	0,50	1,00	0,31	
Não	JC29		223	Contentor Lixo	DS	Lixo	Sim	1	4	1	0,1	4	6,05	0,50	1,00	0,43	x
Não	JC30		331	Paletes	DS	Baias	Sim	2	4	1	0,1	8	8,98	0,50	1,00	1,22	x
Não	JC31		350	Botija	DS	Gás	Sim	1	4	1	0,1	4	9,50	0,50	1,00	0,66	x
Não	JC32		214	Paletes danificadas	DS	Caldeira	Sim	2	1	1	0,3	2	5,81	0,50	1,00	0,22	x
Não	L1		209	paletes	placas	CCS-armazém	Sim	6	3	1	0,9	18	5,67	0,50	1,00	1,73	x
Não	L2		250	paletes	seccionadora	APA	Sim	5	1	1	0,7	5	6,79	0,50	1,00	0,59	
Não	L3		50	paletes	CCS-armazém	CCS-Lixadora 1	Sim	9	2	1	1,3	18	1,36	0,50	1,00	0,43	x
Não	L4		87	paletes	CCS-armazém	CCS-Lixadora 2	Sim	6	1	1	0,9	6	2,36	0,50	1,00	0,26	x
Não	L5	Desperdício	249	Desperdício	seccionadora	Armazém de cortiça	Sim	2	3	1	0,3	6	6,76	0,50	1,00	0,70	x
Não	L8	Desperdício	241	Desperdício	laminadora	Armazém de cortiça	Sim	2	3	1	0,3	6	6,54	0,50	1,00	0,68	x
Não	L9		58	Paleta 980x1280	Armazém CHC	misturador	Sim	4	3	1	0,6	12	1,57	0,50	1,00	0,34	
Não	L11		19	Big Bag	Armazém CHC	misturador	Sim	1	3	1	0,1	3	0,52	0,50	1,00	0,05	
Não	L12	cola	22	IBC	colas CHC	misturador	Sim	1	3	1	0,1	3	0,60	0,50	1,00	0,05	
Não	L13	DOTP	15	IBC	colas CHC	misturador	Sim	1	3	1	0,1	3	0,41	0,50	1,00	0,05	
Não	L14	cola	30	IBC	colas CHC	misturador vertical	Sim	1	1	1	0,1	1	0,81	0,50	1,00	0,04	
Não	L15	DOTP	345	IBC	colas CHC	CRM	Sim	1	3	1	0,1	3	9,36	0,50	1,00	0,49	x
Não	L16	resíduos	240	Big bags	Aspiração	caldeira	Sim	1	3	1	0,1	3	6,51	0,50	1,00	0,35	x
Não	L17	resíduos	50	Big bags	Aspiração	Baias	Sim	1	3	1	0,1	3	1,36	0,50	1,00	0,09	x

ANEXO C: Diagrama Spaghetti do levantamento de dados do fluxo logístico



ANEXO D: Ficha de atividade de registo do *mizusumashi*



AMORIM
CORK COMPOSITES

Registo de Actividade Mizusumashi

Data: __/__/__

Turno 1 (6h-14h)				Turno 2 (14h-22h)				Turno 3 (22h-6h)			
Volta	Hora Prevista	Hora de Passagem	Observações	Hora Prevista	Hora de Passagem	Observações	Volta	Hora Prevista	Hora de Passagem	Observações	
1	06:10	__:		14:10	__:		1	22:10	__:		
2	06:36	__:		14:36	__:		2	22:36	__:		
3	07:02	__:		15:02	__:		3	23:02	__:		
4	07:28	__:		15:28	__:		4	23:28	__:		
5	07:54	__:		15:54	__:		5	23:54	__:		
6	08:20	__:		16:20	__:		6	00:20	__:		
	09:00	Intervalo		17:00	Intervalo		7	00:46	__:		
7	09:10	__:		17:10	__:			01:30	Intervalo		
8	09:36	__:		17:36	__:		8	02:00	__:		
9	10:02	__:		18:02	__:		9	02:26	__:		
10	10:28	__:		18:28	__:		10	02:52	__:		
11	10:54	__:		18:54	__:		11	03:18	__:		
	11:30	Intervalo		19:30	Intervalo			04:00	Intervalo		
12	12:00	__:		20:00	__:		12	04:10	__:		
13	12:26	__:		20:26	__:		13	04:36	__:		
14	12:52	__:		20:52	__:		14	05:02	__:		
15	13:18	__:		21:18	__:		15	05:28	__:		

ANEXO E: Fluxo de cartão

